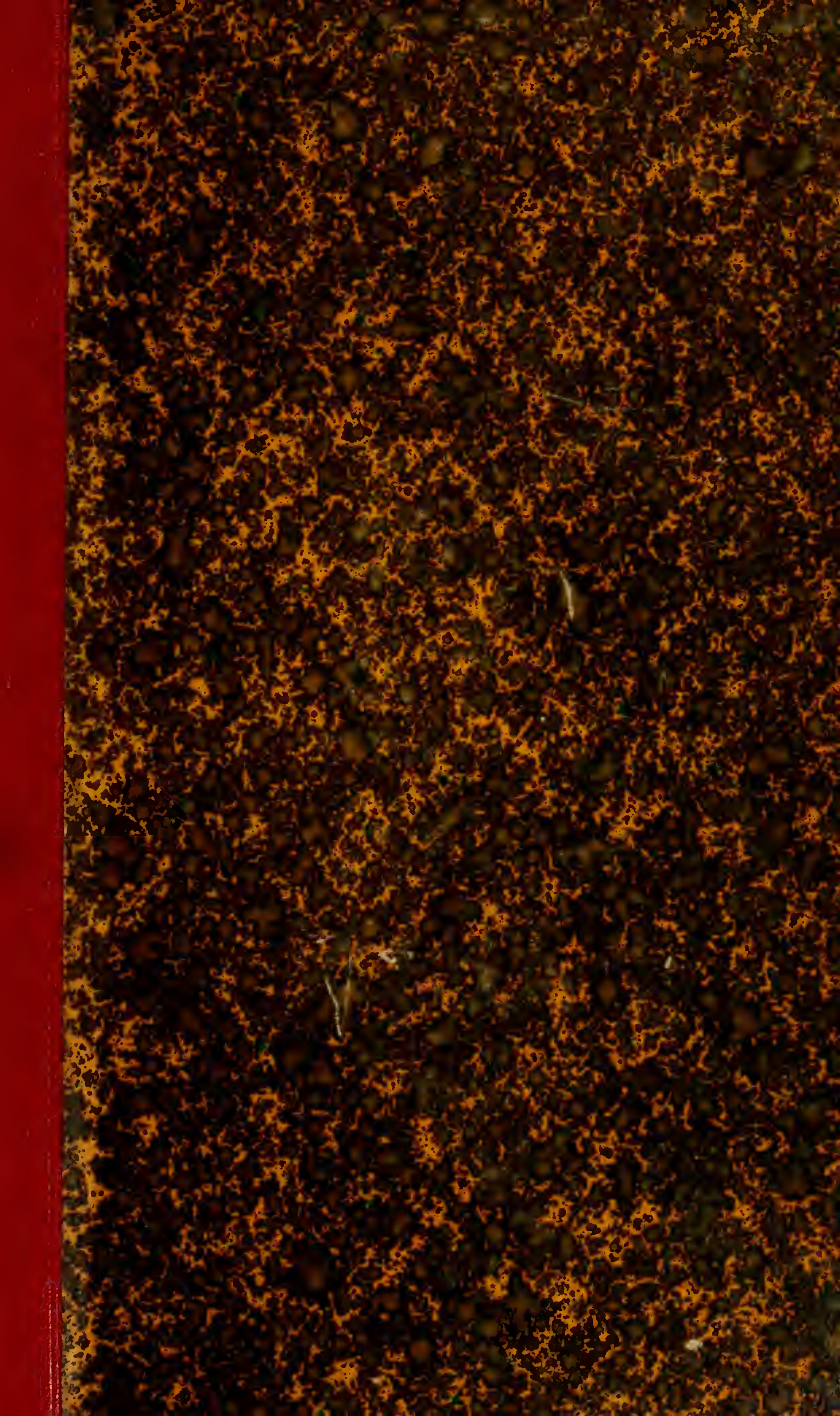
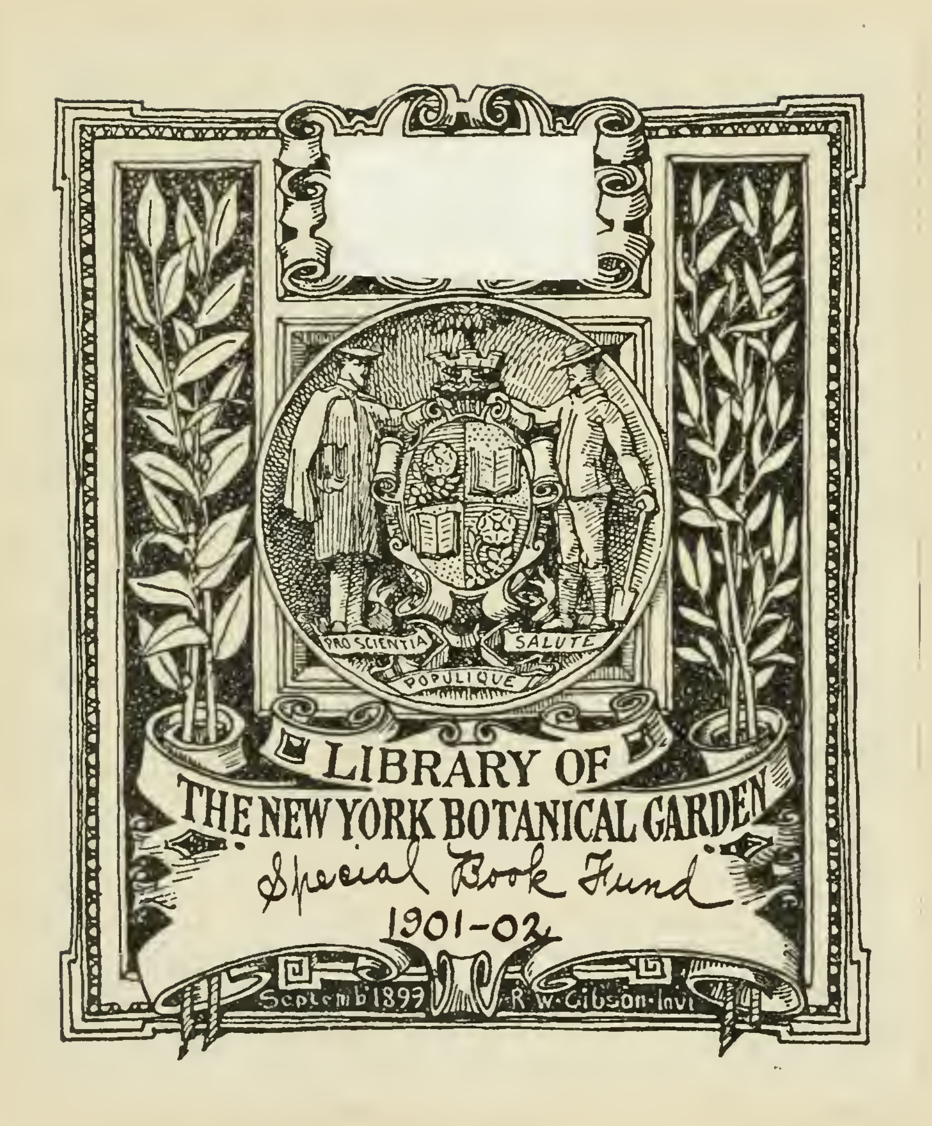



PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
Special Book Fund
1901-02
Septemb 1899
R. W. Gibson. Invt

8e SÉRIE. 1er Avril 1901.

LE BOTANISTE

DIRECTEUR : M. P.-A. DANGEARD

PROFESSEUR DE BOTANIQUE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE POITIERS

1er & 2e FASCICULE

SOMMAIRE

PRIX DE L'ABONNEMENT A LA SÉRIE DE SIX FASCICULES

16 francs pour la France. — 18 francs pour l'Etranger

DIRECTION : 34, Rue de la Chaine, POITIERS

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE

Rue Hautefeuille, 19

LONDRES

DULAU & C°

Soho Square, 37

BERLIN

FRIEDLANDER & SOHN

N. W. Carlstrasse, 11

LE BOTANISTE

LE BOTANISTE

DIRECTEUR : M. P.-A. DANGEARD

PROFESSEUR DE BOTANIQUE
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE POITIERS

HUITIÈME SÉRIE

1901

PRIX DE L'ABONNEMENT A LA SÉRIE DE SIX FASCICULES

16 francs pour la France. — 18 francs pour l'Etranger

A LA DIRECTION, 34, RUE DE LA CHAINE

POITIERS

ET CHEZ TOUS LES LIBRAIRES

ÉTUDE

SUR LA

STRUCTURE DE LA CELLULE

ET SES FONCTIONS

LE POLYTOMA UVELLA

Par P.-A. DANGEARD

La puissance d'un mot suffit parfois à déterminer un mouvement d'opinion et une direction nouvelle dans les recherches d'histoire naturelle ; sans le « plankton », beaucoup d'observateurs auraient ignoré à tout jamais la variété des infiniment petits et l'intérêt que présentent leurs mœurs et leurs habitudes ; il n'y a là cependant qu'un problème très spécial ; une foule d'autres questions concernant l'organisation de la cellule et ses fonctions ne seront définitivement résolues que par l'étude des organismes inférieurs ; les différenciations cellulaires ont, comme les individus, leur histoire dans l'évolution ; il en est de même des fonctions ; nous en avons fourni la preuve dans un essai sur la karyokinèse et dans notre

théorie de la sexualité (1) ; nous nous sommes laissé guider, dans la rédaction de ce nouveau mémoire, par les mêmes considérations et les mêmes principes.

Le genre *Polytoma* se trouve placé dans la classification à la base des Chlamydomonadinées ; il forme la transition entre les Flagellés et les Chlorophytes. Bien qu'il ne possède pas de chloroleucite, il fabrique néanmoins de l'amidon dans son protoplasme ; sa reproduction, d'autre part, n'est plus une simple division longitudinale comme chez les Flagellés ordinaires ; elle se fait par sporulation ; enfin nous voyons apparaître, avec cette sporulation, une conjugaison de gamètes qui marque le début de la reproduction sexuelle.

Ce genre est donc un de ceux qui président à l'établissement d'un nouvel état de choses et qui marquent une direction nouvelle en évolution ; à ce titre il sera souvent consulté, et son étude ne saurait être faite d'une manière trop complète.

Aperçu historique.

Il existe une excellente monographie du genre *Polytoma* (2) ; elle nous dispensera d'un long historique.

Les premiers auteurs qui se sont occupés sérieusement du *Polytoma uvella* sont Ehrenberg, Perty, Cohn et Schneider.

Ehrenberg est le créateur du genre ; il attribue à cet organisme un appareil digestif et il le place en conséquence dans ses « Polygastrica » (3) ; sur la foi de ses observations, on a cru pendant longtemps que le *Polytoma*

(1) P.-A. Dangeard : Mémoire sur les Chlamydomonadinées (*Le Botaniste*, 6e série).

(2) Francé : Die Polytomeen (*Jahrb. für wiss Botanik, T.* 26, 1894, p. 295).

(3) Ehrenberg : Die Infusionsth. als volkommene Organismen, 1838.

uvella était capable d'ingérer des granules d'indigo et possédait par conséquent la nutrition animale.

Perty étudie un certain nombre de formes nouvelles qu'il élève au rang d'espèces (1); certaines d'entre elles ont dû disparaître de la classification.

Cohn, en 1854, donne une description très complète du *Polytoma uvella* et reconnaît les affinités qu'il présente avec les Chlamydomonadinées (2); il propose même de le désigner sous le nom de *Chlamydomonas hyalina;* ce savant signale en outre un stade de repos représenté par des kystes.

Presque en même temps paraissait un mémoire de Schneider (3) qui mettait hors de doute l'existence d'un noyau chez le *Polytoma* ; la reproduction sexuelle est étudiée avec soin et l'auteur reconnaît la nature amylacée des granules qui se trouvent dans le corps; il décrit également les vacuoles contractiles.

Avec Dallinger et Drysdale (4) le développement du *Polytoma uvella* s'enrichit d'un nouveau mode de reproduction très spécial, sur lequel il n'y a pas lieu d'insister; nous en avons montré, il y a quelques années (5), toute l'invraisemblance; personne n'y croit plus aujourd'hui. On peut faire la même remarque en ce qui concerne l'ingestion de granules d'indigo signalée d'abord par Ehrenberg; bien que cette opinion ait reçu l'appui de Saville-Kent (6), tous les auteurs s'accordent maintenant

(1) Perty : Die Kleinst. Lebensformen. Bern, 1854.

(2) Cohn : Entw. der mikros. Algen und Pilze (*Nova Acta Léop.*, 1854).

(3) Schneider : Beiträge zur. Naturgesch. der Infusorien (*Muller's Archiv. f. Anat.*, 1854).

(4) Dallinger et Drysdale : Researches on the life history (*Monthl. micr. journ.* 1874).

(5) P.-A. Dangeard : Recherches sur les algues inférieures (*Ann. d. Sc. nat. Bot.*, 7e série, t. VII, 1888).

(6) Saville-Kent : A Manual of the Infusoria. Bd. I, London, 1880-1881).

avec nous pour considérer le *Polytoma* comme une espèce saprophyte.

Stein (1) et Butschli (2) figurent le *Polytoma uvella* dans leurs ouvrages sur les Infusoires et les Protozoaires ; on doit citer tout particulièrement les magnifiques dessins que Stein consacre à cette espèce.

La contribution récente la plus importante est celle de Krassilstchik (3) qui découvre le mode de reproduction sexuelle ; à un moment donné du développement, il se produit des gamètes qui se conjuguent deux à deux pour donner naissance à l'œuf ; cet œuf germe en donnant de nouvelles zoospores ; ces phénomènes se produisent non seulement dans le *Polytoma uvella*, mais aussi dans une espèce nouvelle : le *Polytoma spicata*.

La monographie de Francé, à laquelle nous faisions allusion au début de cet historique, contient avec les observations personnelles de l'auteur un exposé bien complet et très exact de ce que nous savons actuellement de l'organisation et du développement des Polytomées ; un nouveau genre s'y trouve décrit sous le nom de *Chlamydoblepharis*.

Il ne nous reste plus à signaler qu'une note très courte de Blochmann sur la division du noyau des *Polytoma* (4) ; contrairement à ce que l'on croyait, le noyau ne subit pas une division directe, il se multiplie par karyokinèse. Cette indication faisait prévoir qu'une étude histologique du *Polytoma uvella* pourrait sans doute fournir des résultats nouveaux et intéressants.

(1) Stein : Der Organismus der Infusorien, III, Flagellaten, 1878.

(2) Butschli : Protozoa, 1883-1886.

(3) Krassilstchik : Zur system. und Entw. von Polytoma (*Zool. Anz.* 1882).

(4) Blochmann : Kleine Mittheilungen über Protozoën (*Biol. Centralblat*, 1894).

I

STRUCTURE DE LA CELLULE.

Le *Polytoma uvella* vit dans les milieux riches en matières organiques ; on le rencontre seul ou en compagnie des *Chlorogonium* dans les citernes à purin, dans les réservoirs d'eau contenant des déjections et dans des infusions diverses.

Pour en faire une étude complète, il est bon de suivre son développement en cellules humides et de conserver séparément des cultures en grand : ces dernières sont fixées aux diverses périodes du développement : sporulation, formation des gamètes, maturation des œufs.

On perd toujours un grand nombre d'individus pendant les manipulations qu'exigent la coloration et le montage des objets ; d'un autre côté, pour suivre les divers stades de la karyokinèse, il faut souvent examiner des milliers d'individus ; il est donc nécessaire d'opérer la fixation sur des cultures vigoureuses.

A) *Le cytoplasme.*

Le cytoplasme du *Polytoma uvella* est incolore ; il renferme une quantité plus ou moins grande de granules d'amidon.

La présence de ces granules d'amidon donne au cytoplasme l'aspect d'une structure alvéolaire au sens de Butschli ; mais ce n'est là qu'une apparence trompeuse, car si cette substance vient à disparaître, le cytoplasme redevient homogène ; l'absence de granulations amylacées au contact du noyau explique pourquoi on trouve là une zone plus ou moins étendue de cytoplasme, assez bien délimitée du reste de la cellule (fig. 1, A).

Il peut se produire aussi dans le protoplasma une sorte

de réticulum à mailles très fines résultant de la présence de trabécules de cytoplasme chromatique se ramifiant dans du cytoplasme incolore : c'est ce que nous avons déjà constaté à propos des Chlamydomonadinées (1).

Blochmann, qui a étudié des préparations fixées au su-

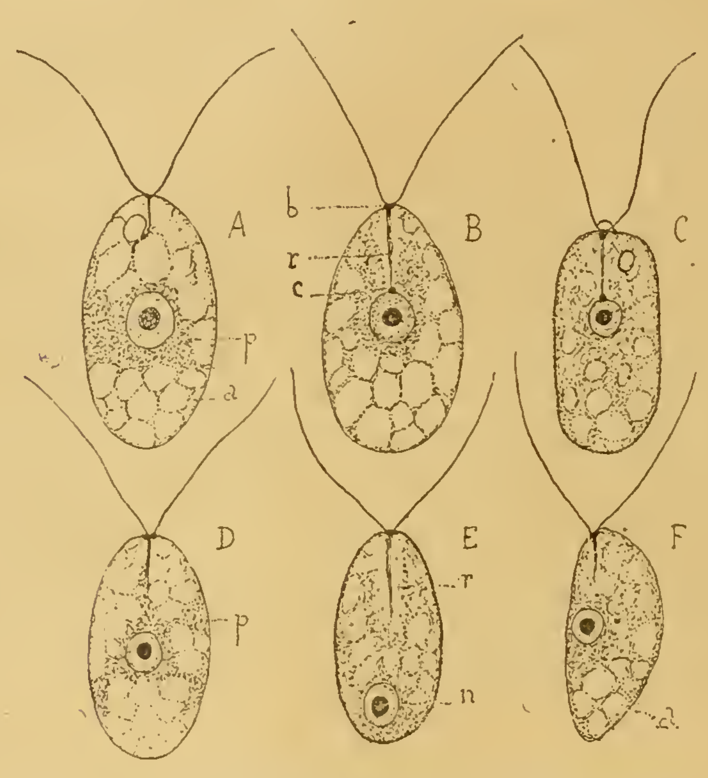


Fig. 1. — Structure des zoospores du *Polytoma uvella*.

blimé et colorées au carmin aluné, parle de protoplasme finement granuleux au voisinage du noyau (2) ; cette différence dans nos deux descriptions s'explique aisément. Ce savant a employé comme réactif fixateur le sublimé qui donne avec un certain nombre de substances albuminoïdes, telles que les albumoses, les peptones, l'acide nucléique, des précipités granuleux insolubles dans l'eau (3);

(1) P.-A. Dangeard : *Loc cit.*, p. 168.

(2) Blochmann : *Loc. cit.*

(3) A. Fischer : Fixirung, Farbung und Bau des Protoplasmas. Iéna, 1899.

l'alcool absolu, dont nous nous sommes servi, coagule aussi ces substances, mais ne leur enlève pas la propriété d'être solubles dans l'eau.

En résumé, le cytoplasme de la cellulle est sensiblement homogène ; à partir d'une certaine distance du noyau, il se creuse d'alvéoles renfermant des grains d'amidon ; les trabécules limitant les alvéoles ont une épaisseur variable.

Il n'existe pas en général de *vacuoles ordinaires* dans le protoplasme du *Polytoma* : Schneider est le premier auteur qui en ait signalé; elles se trouvent, d'après lui, dispersées dans le corps, et elles ont une coloration rougeâtre (1). Francé n'a observé que très rarement ces formations :quelques individus possèdent bien parfois une ou plusieurs vacuoles sphériques à la partie postérieure du corps ; mais il s'agit là d'un phénomène de dégénérescence, car ces vacuoles ne se produisent que chez des individus malades ou placés dans des conditions défavorables ; quant à la coloration rougeâtre que leur attribue Schneider, il s'agit là, selon Francé, d'une illusion d'optique due à l'emploi d'un vieux microscope (2).

Les *vacuoles contractiles* sont au nombre de deux : elles sont situées un peu au-dessous de la base d'insertion des flagellums : leur grosseur atteint 1 μ 5 environ ; elles n'offrent rien de particulier.

Le *point oculiforme* se trouve au-dessous des vacuoles contractiles, ou à leur niveau ; sa présence n'est pas constante dans le *Polytoma uvella* : par contre, il n'est pas rare de rencontrer, ainsi que l'a signalé Stein, des individus qui possèdent un ou plusieurs corpuscules rougeâtres, soit à la partie antérieure, soit à la partie postérieure du corps. Francé a fait remarquer avec raison qu'il ne

(1) Schneider : *Loc. cit.*, p. 193.
(2) Francé : *Loc. cit.*, p. 313.

faut pas les confondre avec le véritable point oculiforme qui est toujours unique, lorsqu'il existe ; les autres granulations rougeâtres sont des produits de dégénérescence (1).

Perty avait désigné sous le nom de *Polytoma ocellata* toutes les formes chez lesquelles il avait trouvé un point oculiforme : les auteurs qui l'ont suivi n'ont pas adopté cette espèce. Francé la conserve cependant pour une forme chez laquelle le point oculiforme est situé exactement entre les deux vacuoles contractiles ; un autre caractère distinguerait cette espèce du *Polytoma uvella* ; outre les deux vacuoles contractiles, on en trouverait régulièrement une troisième dans leur voisinage chez le *Polytoma ocellata* ; nous ignorons jusqu'à quel point cette distinction est fondée.

L'*amidon* dans le *Polytoma uvella* forme des grains arrondis ou plus rarement ovales ; leur grosseur est excessivement variable : ainsi certains atteignent un diamètre de 3 μ, et même davantage, alors que d'autres ne dépassent pas 1 μ. La quantité d'amidon accumulée à l'intérieur du corps est en rapport avec la richesse du milieu nutritif ; ainsi, lorsque l'eau est chargée de matières organiques, il arrive souvent que les grains d'amidon remplissent presque complètement la cellule ; il ne faut pas oublier, toutefois, que dans la même culture on trouve des différences considérables à ce point de vue entre les individus.

L'iode et le chlorure de zinc iodé colorent ces granules en beau bleu ou en brun violet ; nous avons fait remarquer, dans un travail précédent (2), que la coloration passe au brun rougeâtre lorsque les individus attaquent leur

(1) Francé : *Loc. cit.*, p. 319.
(2) P.-A. Dangeard : Recherches sur les algues inférieures, *loc. cit.*, p. 145.

réserve ; cette observation a été confirmée par Francé qui admet comme nous que la digestion de l'amidon est accompagnée d'une modification chimique qui explique ce changement de réaction vis-à-vis de l'iode.

La répartition des grains d'amidon au sein du protoplasma n'a rien de fixe ; le plus souvent, ils sont localisés à la partie postérieure du corps ; mais on peut tout aussi bien en trouver à l'avant et sur les côtes (fig. 1, A, F) cependant, un examen attentif permet de reconnaître que le dépôt de cette substance a lieu principalement dans la portion périphérique de la cellule ; on constate que presque toujours le cytoplasme qui entoure le noyau en est dépourvu ; il existe tout autour de l'élément nucléaire une zone irrégulière de cytoplasme homogène, assez chromatique. En comparant cette disposition à la structure d'une Chlàmydomonadinée, on a l'impression que le chromatophore a pris naissance dans cette portion périphérique du *Polytoma* où se dépose l'amidon; la zone entourant le noyau représente le cytoplasme non différencié d'un *Chlamydomonas* ou d'un *Chlorogonium*. Dans cette interprétation, non seulement l'amidon a précédé l'apparition du chromatophore, mais l'apparition de la chlorophylle et la formation du leucite sont liées à l'existence de cet amidon.

Il faudrait alors comprendre autrement le problème de la fonction chlorophyllienne : si les champignons et les animaux ne possèdent pas de chlorophylle, c'est peut-être parce que leurs ancêtres et eux-mêmes n'ont pas réussi à fabriquer normalement, comme le *Polytoma*, de l'amidon dans leurs tissus ; dans cette hypothèse, la chlorophylle serait à la fois effet et cause ; pour se développer, elle exigerait d'abord la présence d'amidon, et ensuite elle deviendrait apte à remplir son rôle dans la nutrition holophytique.

Une observation de Schneider, si elle était vérifiée, vien-

drait à l'appui de cette manière de voir ; ce savant aurait vu les grains amylacés du *Polytoma* donner naissance à un pigment bleu indigo qui colorait ensuite le protoplasme ; mais l'affirmation que « die amylumkornchen konnen in einen blauen oder grünen Farbstoff ubergehen (1) » doit être accueillie avec réserve, parce qu'une confusion avec un *Chlamydomonas* quelconque mélangé aux cultures n'est pas impossible.

Il est absolument certain que l'amidon dans le *Polytoma uvella* est formé sans l'intermédiaire de leucites : les granules se déposent directement dans le protoplasme ; les mailles des alvéoles renfermant l'amidon sont homogènes, et leur substance paraît moins chromatique que le cytoplasme entourant le noyau.

Diverses inclusions, en dehors de l'amidon, ont été signalées à l'intérieur de la cellule.

Schneider a vu que chez les individus en dégénérescence, la substance du corps prend un aspect sombre, oléagineux (2). Francé a même observé chez des individus bien portants la présence de globules huileux ; ils sont situés à la partie postérieure de la cellule (3) ; ils ressemblent à ceux que Stein a décrits chez l'*Atractonema teres* et le *Sphenomonas quadrangularis* ; à notre avis, il est impossible de considérer ces corps comme des productions normales.

On désigne sous le nom d'« excret kornchen », des granules qui sont dispersés au milieu des grains d'amidon ; ce sont surtout les individus âgés qui en renferment une assez grande quantité ; leur réfringence et leur couleur sombre les rendent difficiles à distinguer de l'amidon ; ainsi que leur nom l'indique, ils représentent un produit de sécrétion.

(1) Schneider : *Loc. cit.*, p. 204.
(2) Schneider : *Loc. cit.*, p. 194.
(3) Francé : *Loc. cit.*, p. 320.

B) *Le noyau.*

Le noyau du *Polytoma* a été indiqué pour la première fois par Cohn en ces termes : « Le noyau n'est pas nettement visible sur le vivant : mais si l'on fait agir l'alcool, on voit au milieu du corps une tache claire au milieu de laquelle existe un nucléole : elle représente probablement un noyau (1).

Cet élément a été vu par tous ceux qui ont étudié depuis à nouveau cette espèce. Francé en particulier a reconnu les différentes positions qu'il peut occuper (2) ; ordinairement il est situé au milieu du corps ; mais parfois, il est placé à la partie antérieure de la cellule ou latéralement ; nous donnerons l'explication de ces modifications lorsque nous nous occuperons de la karyokinèse.

La grosseur du noyau est de 2 à 3 μ : elle atteindrait jusqu'à 6 μ dans certains kystes, selon Francé.

La structure de l'élément nucléaire, d'après le même auteur, est la suivante; il appartient au type vésiculaire et possède un gros nucléole entouré par une zone de suc nucléaire ; cette zone est limitée elle-même par une membrane. Cette description est exacte si l'on remplace l'expression de suc nucléaire par celle de nucléoplasme : la substance qui entoure le nucléole est en effet constituée par un plasma assez compact, homogène et achromatique. En ce qui concerne le nucléole, Francé a commis une erreur bien excusable ; il pense que le nucléole renferme plusieurs disques chromatiques se touchant les uns les autres et disposés en spirale (3). En réalité, le nucléole du noyau à l'état de repos est homogène (fig. 1, A, F); l'aspect décrit par Francé

(1) Cohn : *Loc. cit.*, p. 135.
(2) Francé : *Loc. cit.*, p. 322.
(3) Francé : *Loc. cit.*, p. 323.

n'est autre chose qu'un stade de karyokinèse avec une plaque équatoriale vue de face ; les disques qu'il signale sont donc des chromosomes ; nous ne voyons pas que sa description soit susceptible d'une autre explication.

C) *Les flagellums.*

Les zoospores du *Polytoma uvella* possèdent normalement deux flagellums : il existe cependant une variété de cette espèce qui ne possède qu'un flagellum v. *unifilis* (Perty) ; leur longueur est égale à celle du corps ou la dépasse parfois sensiblement.

L'insertion des flagellums se fait parfois à droite et à gauche d'une petite papille qui rappelle celle que l'on observe dans le *Chlamydomonas variabilis* Dang. ; mais, le plus souvent, ils partent directement de la partie antérieure amincie de la cellule ; les divers aspects qui peuvent se présenter ont été figurés avec soin par Francé ; ainsi, les flagellums se détachent en général du corps au même point, cependant ils sont quelquefois séparés par un assez large intervalle ; on peut trouver alors une sorte de petit fourreau à la base de chaque flagellum.

Nous avons reconnu que ces diverses dispositions n'ont qu'une importance relative : les deux flagellums, dans tous les cas, viennent s'insérer sur un nodule plus colorable qui se continue lui-même par un mince filet de cytoplasme dirigé suivant l'axe de la cellule (fig. 1). Ce nodule d'insertion ou blépharoplaste est placé au contact de la surface ; c'est un renflement de l'ectoplasme ; comme il est plus ou moins large, les flagellums semblent partir du même point ou de points différents ; cette dernière apparence est encore plus accentuée lorsque le nodule d'insertion se trouve surmonté d'une papille.

Ce nodule est difficilement colorable, c'est pour cette raison qu'il a échappé jusqu'ici aux investigations : on ne

saurait le confondre, en effet, avec « eine kleine Partie feinkornigen Protoplasmas » que Francé a cru remarquer à la base des flagellums dans certains sporanges (1) : sa substance est dense, homogène ; il est identique à celui que nous avons découvert dans le *Chorogonium euchlorum*. Cette formation n'existe pas seulement dans les individus ordinaires : on la retrouve chez les gamètes au moment de la conjugaison; nous aurons à nous occuper assez longuement, aux « considérations générales », de son rôle et de son importance.

La structure des flagellums est homogène ; la consistance de leur protoplasme se rapproche de l'état solide chez les individus ordinaires ; mais cette substance chez les jeunes zoospores, encore enfermées dans le sporange, est plus molle, car Francé a vu nettement à ce moment des mouvements ondulatoires des flagellums.

On ne sait pas encore, d'une manière précise, comment se comportent les flagellums au moment où les cellules passent à l'état de repos : sont-ils simplement abandonnés dans le milieu extérieur, ou bien font-ils retour au cytoplasme? Cette dernière hypothèse est laplus probable. Il est certain que chez quelques individus les deux flagellums sont remplacés par deux vésicules placées à la partie antérieure du corps ; mais ce n'est peut-être là qu'une modification pathologique semblable à celle qui a été signalée par Seligo chez plusieurs Flagellés (2).

Le *Polytoma uvella* dans les cultures se fixe assez fréquemment par sa partie antérieure : Schneider pensait qu'un organe d'adhésion se trouvait placé entre les flagellums. Dallinger et Drysdale, puis Savilel-Kent ont décrit à la base des flagellums un renflement sphérique, qui, selon eux, sert de pelote d'adhésion : nous avons déjà autrefois

(1) Francé: *Loc. cit.*, p. 330.
(2) Seligo : Untersuchungen über Flagellaten (*Cohn's Beiträge z. Biol. d. Pflanzen.* Bd. IV, p. 175).

nié formellement l'existence de ce renflement et son rôle (1). Francé, tout en admettant que les flagellums peuvent être plus gros à leur base qu'à leur sommet, reconnaît qu'il n'existe pas de renflement basilaire : quant au rôle qu'on attribuait à ce prétendu organe, il ne saurait exister, puisque les *Polytoma* se fixent sur le substratum par l'extrémité de leurs flagellums.

Dans nos observations sur les Chlamydomonadinées, nous avons déjà attiré l'attention sur l'existence d'un mince filet chromatique qui, partant du blépharoplaste, se dirige dans la direction du noyau : cette disposition se rencontre également dans le *Polytoma*. Nous avons pu constater que cet organe se met, au moins dans certains cas, en relation directe avec le noyau (fig. 1, B, C) ; ainsi, nous avons vu le filet chromatique ou *rhizoplaste* se terminer sur la membrane nucléaire par un petit renflement chromatique ou *condyle* analogue au blépharoplaste ; malheureusement cette disposition n'est visible que rarement, et rien ne prouve jusqu'ici qu'elle soit constante ; il est néanmoins certain que l'appareil locomoteur est en communications avec le noyau.

D) *La membrane.*

On trouve tous les intermédiaires entre une simple pellicule sans structure appréciable et une véritable membrane.

Cette enveloppe se distingue difficilement lorsqu'elle est appliquée directement sur le cytoplasme en tous ses points ; par contre, on la voit nettement au moment de la sporulation ou encore lorsque le corps de la zoospore ne remplit pas complètement la cellule. Elle est extensible, puisqu'elle suit l'accroissement du corps qui précède la division dans le sporange.

(1) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*, p. 113

Cohn n'a pas réussi à déceler la présence de la cellulose dans cette membrane (1) ; nos essais ont été aussi infructueux. Francé, au cours de ses nombreuses recherches, a fait les constatations suivantes : le chlorure de zinc iodé ne réagit pas, alors que l'acide acétique et la potasse dissolvent la membrane ; celle-ci se colore faiblement en bleu par l'hématoxyline ; il s'est produit dans un cas un faible bleuissement par le chlorure de zn iodé, et la pellicule est sensible à l'action de la fuchsine (2).

A. Schneider a vu que la membrane, dans certaines conditions, se fragmente en granules, et qu'en section transversale elle offre l'aspect d'un collier de perles (3). Francé suppose que l'apparence en question est due pour une part à la présence de Bactéries qui existent toujours dans les cultures de *Polytoma* et qui s'accumulent parfois autour des individus (4) ; cela n'exclut pas cependant la possibilité d'une structure propre, puisqu'on a déjà signalé quelque chose d'analogue chez les Eugléniens et chez de nombreuses Chlorophycées.

Nos propres observations nous permettent d'affirmer que la membrane du *Polytoma* présente souvent une ornementation définie : dans certaines de nos cultures, presque tous les individus possédaient cette structure. La membrane, quoique restant mince, se montre formée par des éléments sphériques excessivement petits, serrés les uns contre les autres : il n'en existe qu'une seule couche ; la coloration générale est brune ; ces éléments sont inclus dans une substance amorphe qui leur sert de ciment ; la paroi semble ainsi couverte d'une quantité innombrable de petites protubérances arrondies, probablement orientées en spirale.

(1) Cohn : *Loc. cit.*, p. 314.
(2) Francé : *Loc. cit.*, p. 307.
(3) Schneider : *Loc. cit.*, p. 192.
(4) Francé : *Loc. cit.*, p. 307.

Ces granulations n'ont aucun rapport avec celles qui ont été dessinées par Francé et par Stein (1) ; elles sont beaucoup plus petites et plus nombreuses ; elles sont disposées régulièrement en une assise unique ; on peut comparer cette ornementation à celle qui existe chez beaucoup d'Euglènes.

Les individus dont la membrane présente cette structure ne diffèrent en rien des autres dans leur développement : on en trouve à tous les stades de la vie végétative et de la reproduction.

II

LA REPRODUCTION ASEXUELLE.

Tandis que la plupart des Flagellés se multiplient par simple division longitudinale, le *Polytoma uvella* se reproduit par *sporanges ;* à un moment donné, chaque individu produit à son intérieur deux, quatre ou huit zoospores qui ne tardent pas à sortir de l'enveloppe commune pour vivre en liberté.

La formation de ces zoospores a été suivie avec soin par tous les auteurs qui ont étudié le *Polytoma*, en particulier par Schneider, Stein, Krassilstschik, Butschli, Francé ; il restait cependant à déterminer exactement la façon dont se comporte le noyau pendant les divisions successives.

Nous ne possédons, en fait de renseignements à ce sujet, qu'une très courte note de Blochmann qui a reconnu sur les préparations d'un de ses élèves la division karyokinétique du noyau ; ce savant s'exprime de la façon suivante : « Die beistehenden Figuren zeigen dies (karyokinèse) ohne weitere Erklarung Genaueres lasst sich an den in nicht geeigneter Weise behandelten Praparaten

(1) Stein : *Loc. cit.*, Pl. XIV, fig. 13.

doch nicht feststellen. Bemerken will ich, dass die spindel sich oft von dem umgebenden feinkornigen Plasma sehr scharf, von durch einen hellen Zwischenraum getrennt abhebt. Wahrscheinlich bleibt auch hier wie bei



Fig 2. — La formation du sporange.

den Kernen von *Euglypha*, *Actinosphærium*, der Opalinen und der Mikronuclei der übrigen Infusorien die Kernmembran wahrend der ganze Theilung erhalten. Ferner scheint mir noch der Erwahnung wert, was übrigens auch aus den Figuren ohne weiteres ersichtlich ist, dass das feinkornige von Starke freie Plasma stets da in grosserer Menge sich ansammelt, wo die Trennende Furche

beginnt, so dass der Prozess eine gewisse Aehnlichkeit mit der inequæten Furchung eines Eies erhalt (1). »

Il était nécessaire de reprendre ces observations et de les compléter; nous avons dans ce but examiné un très grand nombre de sporanges à tous les états.

L'individu qui va se transformer en sporange commence par subir un accroissement de volume: son noyau, qui était central, se porte à la partie antérieure du corps et se place latéralement (fig. 2, A) ; il continue d'être entouré par un protoplasma homogène ; c'est alors que se forme le premier fuseau de cloisonnement.

La position de ce fuseau est bien particulière : l'un des pôles se trouve au voisinage du point d'insertion des flagellums, et l'autre pôle vient toucher la paroi du corps en son milieu (fig. 2, B, C, D) ; ce fuseau est ainsi placé obliquement par rapport à l'axe longitudinal de la cellule. La plaque équatoriale renferme un petit nombre de chromosomes : ils sont réduits à l'état de granulations chromatiques ; on ne peut essayer de les compter que sur une plaque équatoriale vue de face ; nous en avons distingué tantôt quatre, tantôt six ; ce dernier chiffre nous semble devoir être choisi de préférence et nous attribuons au noyau du *Polytoma* six chromosomes.

L'origine de ces chromosomes n'a pu être déterminée avec certitude : nous ignorons s'ils proviennent directement du nucléole comme chez l'*Amœba hyalina* (2), la *Vampyrella vorax* (3), les *Actinosphærium* (d'après R. Hertwig), etc., ou bien s'ils apparaissent dans le nucléoplasme.

Le fuseau est formé par le nucléoplasme du noyau ; il

(1) Bloohmann : *Loc. cit.*

(2) P.-A. Dangeard : Etude de la karyokinèse chez l'Amœba hyalina (*Le Botaniste*, 7e série, février 1900).

(3) P.-A. Dangeard : Etude de la karyokinèse chez la Vampyrella vorax (*Le Botaniste*, 7e série, mai 1900).

est dense, homogène, avec quelques stries difficiles à apercevoir ; sa substance est légèrement chromatique au même titre que le cytoplasme entourant le noyau ; ce fuseau est contenu dans la cavité nucléaire distendue ; un espace incolore plus ou moins bien déterminé le sépare de la membrane nucléaire, et par conséquent du cytoplasme. Les pôles s'amincissent en pointe fine qui s'appliquent sur la membrane même de la cellule ; ce mode de terminaison des pôles implique nécessairement l'absence de centrosome ; on ne voit d'ailleurs rien qui puisse rappeler même de loin l'existence de sphères attractives ; il n'existe aux pôles ni granulations, ni radiations d'aucune sorte.

La phase tonnelet (fig. 2, E, F) n'offre rien de particulier ; les deux noyaux frères se reconstituent à chaque extrémité du fuseau ; dans chacun d'eux, les chromosomes contractent des adhérences et forment une masse chromatique qui a tout d'abord un aspect spongieux; le cytoplasme qui les sépare est dépourvu de granulations (fig. 2, G).

On a décrit la première division du sporange comme étant tantôt transversale, tantôt longitudinale. Butschli a fait remarquer qu'il s'agit toujours d'une division longitudinale, et il exprime ainsi son opinion : « In Bezug auf die Sprosslinge selbst scheinen nach Stein's Abbildungen die Furchungs ebenen quer orientirt zu sein. Dies hangt damit zusammen, dass schon vor der ersten Quertheilung sich eine Art volliger Verlagerung der Regionen des Polytoma-Korpers zu vollziehen scheint. Dabei wird namlich die Seite des Korpers, wo die Einschnürung zuerst beginnt, zur Vorderregion der beiden Sprosslinge, so dass also im Hinblick auf die Regionen der letzteren die Theilungsebene eigentlich eine Langsebene darstellt wodurch also ein gewisser Anschluss an die gewohliche Langstheilung der übrigen Chlamy domonaden vermittelt wird (1). »

(1) Butschli : *Loc. cit.*, p. 756.

Si nous consultons la fig. 16, Pl. XIV de Stein, nous voyons, en effet, le début de l'échancrure se produire non loin de la partie antérieure et en direction oblique ; nous retrouvons cette disposition dans la note de Blochmann; l'échancrure est d'abord perpendiculaire au fuseau ; elle se trouve reportée finalement au milieu du corps.

Il nous a été impossible de rencontrer cet aspect sur nos préparations fixées et colorées ; son caractère général nous paraît discutable.

Voici, selon nous, comment les choses se passent, au moins dans la plupart des cas ; les deux noyaux ne conservent pas longtemps l'orientation primitive qu'ils devaient au fuseau ; ils se déplacent, accompagnés par le protoplasme de choix qui les entoure, et se portent latéralement l'un au-dessus, l'autre au-dessous du plan transversal médian du corps (fig. 2, G, H, I) ; ils conservent d'abord entre eux la distance qui les séparait, puis ils se rapprochent ; leur structure s'est modifiée ; ils ont l'aspect d'une sphère chromatique dense dans laquelle on ne distingue à ce moment aucune différenciation en nucléoplasme et nucléole ; la cloison de séparation s'établit alors entre les deux noyaux qui étaient arrivés presque au contact.

Nous avons vu très fréquemment les deux noyaux occuper cette dernière position, alors qu'aucune trace de séparation n'était encore visible : ces noyaux assez souvent avaient même repris leur structure normale, et l'on voyait à leur intérieur le nucléole de moyenne grosseur et la zone de nucléoplasme qui l'entoure (fig. 2, K, M) ; nous pensons donc que la cloison de séparation est nettement transversale dès le début, au moins dans la plupart des cas.

Cela n'infirme nullement d'ailleurs l'idée de Butschli. Les cloisons se forment ordinairement dans le plan perpendiculaire au fuseau ; or, si les choses se passaient

ainsi dans le *Polytoma*, le plan de séparation des deux moitiés serait oblique par rapport à l'axe du corps ; il suffirait donc d'un léger déplacement de la partie antérieure pour que la première division puisse être considérée comme longitudinale. Nous venons de voir comment les noyaux se déplacent accompagnés du protoplasma de choix : ce dernier renferme les éléments qui détermineront pour chacune des nouvelles cellules la partie antérieure du corps ; il est donc probable, sinon certain, que ces éléments proviennent par division des éléments de même nature qui caractérisaient l'avant de la cellule-mère ; ces derniers ont subi, comme les noyaux, un déplacement ; peu importe alors l'endroit où commence l'échancrure.

On se trouve ainsi en présence de deux hypothèses : 1° *Dans toute cellule polarisée, les divisions, quelle que soit leur direction apparente, sont toujours en réalité des divisions longitudinales séparant la cellule en deux moitiés symétriques. Ou bien les nouvelles cellules sont susceptibles de se polariser à nouveau, soit sous l'influence du noyau, soit par suite d'une différenciation de leur cytoplasme, et alors il est inutile que la division sépare des moitiés symétriques.*

Nous penchons pour la première hypothèse qui n'exige qu'un simple déplacement du cytoplasme dans le cas de cloisons obliques ou perpendiculaires à l'axe longitudinal.

La ligne de séparation est tout d'abord peu marquée chez le *Polytoma ;* une échancrure se produit qui gagne toute l'épaisseur et forme alors une plaque incolore, séparant les deux moitiés.

Si le sporange est destiné à ne fournir que deux zoospores, les deux moitiés prennent la forme ovale ; leurs extrémités s'orientent en sens inverse ; à la partie antérieure de chacune poussent deux flagellums ; il ne reste plus aux zoospores qu'à sortir du sporange (fig. 2, L, O).

Fréquemment, les sporanges donnent naissance à quatre zoospores ; chacun des noyaux subit alors une seconde

bipartition; elle a lieu comme la première par karyokinèse.

La direction des fuseaux n'a plus rien de fixe : il suffit pour s'en convaincre de consulter la fig. 3, A, E ; on voit



Fig. 3. — La sporulation chez le *Polytoma uvella*.

que si certains de ces fuseaux ont une tendance à s'orienter dans le sens de la plus grande largeur disponible, beaucoup d'autres ne présentent pas cette disposition ; on en rencontre même qui se placent perpendiculairement à l'axe du sporange ; cette orientation est peut-être cependant soumise à l'influence du cytoplasme. Nous savons,

en effet, que chaque noyau est entouré d'une zone irrégulière de cytoplasme homogène ; tout autour de ce dernier se trouve du cytoplasme alvéolaire renfermant de l'amidon ; ce dernier doit offrir une certaine résistance à l'extension du fuseau, et comme sa dispersion est irrégulière, il serait assez naturel de penser que l'axe du fuseau est en définitive dirigé dans le sens de la moindre résistance.

Les fuseaux vont s'appliquer par leurs pôles à la surface interne de la membrane du sporange ; l'adhérence qu'ils y contractent doit être assez forte, puisque dans l'une de nos observations nous avons vu, après retrait du cytoplasme, sous l'action du réactif fixateur, le pôle d'un fuseau achromatique maintenir son contact avec la membrane (fig. 3, A).

Si l'espace disponible est insuffisant à l'extension complète du fuseau, celui-ci se bombe en son milieu.

Les divers stades de la karyokinèse ont été rencontrés ; mais ils ne nous apprennent rien de plus que ceux de la première division. Le cloisonnement ne suit pas une marche absolument parallèle à celle de la division des noyaux ; nous avons rencontré des sporanges renfermant deux noyaux à l'anaphase, et cependant il n'existait encore aucune trace de séparatien en cellules (fig. 3, F) ; d'autres qui contenaient quatre noyaux au stade de repos ne montraient encore qu'une trace à peine perceptible de la première division transversale (fig. 3, O) ; plus souvent, cependant, cette division est déjà visible au moment où les deux noyaux entrent en karyokinèse (fig. 3, A, B, C).

Au moment où s'organisent les quatre zoospores, les noyaux se rapprochent par paires ; entre chaque paire, il se produit une séparation comme dans les sporanges à deux zoospores ; les aspects différents que l'on observe dans la direction du cloisonnement sont le résultat de l'orientation variable des fuseaux (fig. 3, F, G, H, I, J).

Francé admet que cette seconde division peut ne pas se

produire en même temps pour les deux moitiés du sporange ; il représente (fig. 7, Pl. XVI) un sporange dans lequel la moitié supérieure a terminé sa division, alors que la moitié inférieure est indivise ; nous pensons qu'il y a là probablement une erreur due au fait que si une cloison se produit parallèlement au plan d'observation, elle se trouve masquée : cette disposition assez fréquente se trouve indiquée (fig. 3, G).

Nous ferons une remarque analogue en ce qui concerne une autre observation du même auteur ; il est intéressant, dit-il, de constater que le second cloisonnement n'est pas toujours perpendiculaire sur le premier (1) ; il fait un angle aigu avec lui d'un côté et divise l'une des moitiés en deux parties inégales. Cette inégalité des deux cellules-filles n'est qu'apparente : le plan de séparation dans ce cas n'est pas lui-même perpendiculaire au plan même d'observation (fig, 3, F, G).

Les intervalles de séparation des zoospores deviennent assez larges ; ils sont remplis par une substance incolore, peut-être de nature gélatineuse ; une simple intercalation d'eau entre les cellules expliquerait difficilement, il semble, l'orientation définie et l'épaisseur constante que présentent ces cloisons jusqu'au moment où les zoospores prennent leur forme définitive.

Les quatre cellules du sporange prennent finalement la forme des zoospores : on observe alors deux dispositions principales : dans chaque couple, les deux zoospores sont orientées en sens inverse suivant l'axe même du sporange (fig. 3, N) ; ou bien, elles sont disposées parallèlement les unes sur les autres en faisant un angle aigu avec l'axe du sporange (fig. 3, M).

Ces zoospores ont fréquemment leur extrémité antérieure amincie en pointe ou en papille ; elles possèdent

(1) Francé : *Loc. cit.*, p. 328.

des flagellums, et, avec un peu d'attention, on reconnaît le nodule d'insertion dont nous avons parlé précédemment ; on distingue parfois aussi le point oculiforme.

On trouve quelquefois des sporanges à huit zoospores : mais ce fait se produit assez rarement : ils atteignent alors un diamètre de 15 à 17 μ : la disposition des zoospores est variable ; la troisième bipartition apporte, en effet, une nouvelle complication aux différents modes de cloisonnements signalés dans les sporanges ordinaires.

Le sporange reste mobile pendant la durée de la sporulation ; les flagellums disparaissent plus ou moins longtemps avant la sortie des zoospores ; ils peuvent même persister sur l'enveloppe vide abandonnée par les zoospores.

Butschli et Stein cherchent à expliquer le mouvement de la cellule-mère pendant la sporulation, en admettant que les deux flagellums restent en contact avec l'une des zoospores. Francé affirme que dans de nombreux cas, aussi bien dans les sporanges à quatre zoospores que dans ceux qui en renferment huit, il a pu mettre hors de doute l'absence de toute relation entre les flagellums et le protoplasma des zoospores ; par contre, cet auteur aurait constaté la présence, sous la papille, d'un petit amas de protoplasma : ce dernier a peut-être pour rôle d'assurer le mouvement des flagellums (1).

L'appareil locomoteur, suivant notre description, se compose des deux flagellums, du nodule d'insertion et d'un prolongement mince qui s'étend dans le cytoplasme ; il est assez naturel de supposer que la substance chromatique du nodule suffit pour assurer le mouvement des flagellums pendant un certain temps, en l'absence du prolongement protoplasmique.

(1) Francé : *Loc. cit.*, p. 330.

III

LA REPRODUCTION SEXUELLE.

Dallinger et Drysdale ont les premiers signalé dans le genre *Polytoma* une conjugaison de deux individus ; mais ils ont en même temps donné une description inexacte de la germination des zygotes, ce qui a jeté un certain discrédit sur leurs observations (1). Krassilstschik a au contraire suivi avec beaucoup de soin la fusion des gamètes et la germination de l'œuf. Selon cet auteur, les gamètes sont toujours formés au nombre de quatre dans la cellule-mère (2). Francé assure que la copulation se produit tout aussi bien entre les individus qui proviennent d'une cellule-mère à huit zoospores. Il existe encore d'autres divergences, au sujet des gamètes ; ainsi Krassilstschik a vu que la conjugaison pouvait avoir lieu entre gamètes de taille différente, tandis que Francé n'a jamais rencontré que des gamètes d'une seule sorte.

Il nous est impossible de dire s'il existe des gamétanges à huit zoospores ; dans nos cultures, les gamètes étaient formés par quatre dans la cellule-mère ; mais nous pouvons du moins affirmer que la conjugaison a lieu très souvent entre individus de taille inégale (fig. 4, E, F).

La distinction entre les sporanges et les gamétanges est difficile à faire: nous serions assez disposé cependant, d'après ce que nous savons par ailleurs, à admettre que les cellules-mères dont les noyaux subissent une double bipartition avant tout cloisonnement sont des gamétanges ; ici comme chez le *Chlorogonium euchlorum* la formation des gamètes serait simultanée.

Les gamètes ne présentent aucune différence sensible avec les individus asexués ; le noyau est central ou plus

(1) Dallinger et Drysdale : *Loc. cit.*

(2) Krassilstschik : *Loc. cit.*, p. 427.

rarement postérieur (fig. 4, J) ; le nodule d'insertion des flagellums se voit nettement ; il est plus difficile d'apercevoir le rhizoplaste.

La conjugaison, selon Francé, se produit à toutes les heures de la journée.

Les gamètes s'unissent par leur partie antérieure : ils

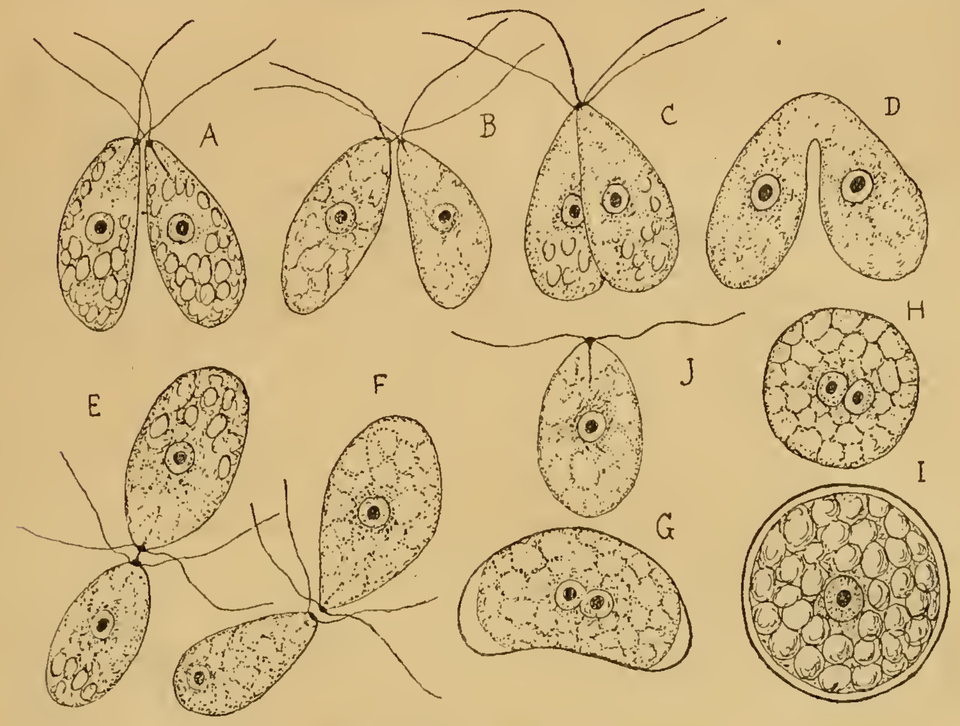


Fig. 4. — La conjugaison des gamètes.

sont d'abord opposés l'un à l'autre ; nous avons cru voir les deux nodules d'insertion réunis à ce moment par un tractus incolore (fig. 4, E, F) ; on trouve aussi des gamètes placés côte à côte (fig. 4, A, B, C) et qui se fusionnent à leur partie antérieure. Cette fusion devient complète ; les noyaux se rapprochent au contact et s'unissent en un seul (fig. 4, H, I), ainsi que l'a constaté pour la première fois Krassilstschik. L'œuf ainsi formé s'arrondit et se recouvre d'une membrane incolore et lisse (fig. 4, I) ; à son intérieur s'accumule l'amidon ; la fusion des noyaux est parfois assez tardive ; le noyau unique occupe le centre de la sphère ; il est entouré directement par du

protoplasme ordinaire autour duquel se trouve le protoplasme alvéolaire contenant de gros grains d'amidon ; les flagellums ont disparu à un stade avancé de la conjugaison, faisant retour au cytoplasme général : quant aux deux blépharoplastes, il nous a été impossible de savoir ce qu'ils deviennent ; certains aspects semblent indiquer une fusion de ces deux éléments (fig. 4, C). La grosseur des œufs est de 10 à 12 μ.

Nous avons rencontré des formations ayant l'apparence de kystes à deux noyaux (fig. 4, G) ; il est probable que ce sont des zygotes chez lesquels la fusion des noyaux s'est trouvée retardée ou empêchée par une cause inconnue.

La germination des œufs a été observée par Krassilstschik et par Francé ; les zygotes donnent naissance à deux ou plus souvent à quatre zoospores.

Nous ne parlerons pas ici de l'enkystement, qui a été étudié par un grand nombre d'observateurs : il nous suffira de dire que les kystes ont une structure sémblable à celle des œufs : leur germination se fait également de la même façon ; l'origine seule est différente. Tandis que les œufs proviennent de la conjugaison de deux gamètes, les kystes sont des individus ordinaires qui s'arrondissent et passent à l'état de repos, lorsque les conditions de milieu deviennent défavorables.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

I

LES BLÉPHAROPLASTES ET LES ÉLÉMENTS QUI EN DÉPENDENT

Le nom de « blépharoplastes » a été donné par Weber à des corpuscules chromatiques qui prennent part à la formation des cils vibratiles dans les Gymnospermes.

Ces corpuscules ont été découverts tout d'abord par Hirase dans la spermatogénèse des *Ginkgo* (1); Weber les rencontra ensuite dans le boyau pollinique du *Zamia integrifolia* (2). Ikeno les a étudiés avec soin dans le *Cycas revoluta* (3). Tandis que Weber considère les blépharoplastes comme des éléments d'une nature particulière (4), Hirase (5) et Ikeno (6) les assimilent à des centrosomes : ces deux derniers auteurs reconnaissent toutefois qu'ils diffèrent en quelques points des centrosomes ordinaires.

Des corpuscules semblables ou « nebenkern » ont été vus par Belajeff dans les cellules spermatogènes des Characées (1892), des Filicinées et des Equisetacées (1895) ; ce savant laissa indécise le question de savoir s'ils représentaient des centrosomes. Depuis, Shaw a étudié ces mêmes corps dans le développement des spermatozoïdes des *Marsilia* et des *Onoclea* : il se prononce nettement contre leur assimilation avec des centrosomes (7). Belajeff, poursuivant ses premières recherches, a étudié récemment les *Marsilia* et les *Gymnogramme ;* sa conclusion est que les blépharoplastes sont bien réellement des cen-

(1) Hirase : Notes on the attractions sphères in the Pollen cells of Ginkgo biloba (*Bot. Magazin Tokyo,* v. VIII, 1894, p. 359). — Etudes sur la fécondation et l'embryogénie du Ginkgo biloba (*Journal of the College of science. Imp. Un. Tokyo,* v. VIII, 1895).

(2) Weber : Peculiar Structures occurring in the Pollen Tube of Zamia (*Bot. Gaz.* v. XXIII, 1896, 1897, p. 453).

(3) Ikeno : Unters. über die Entw. der Geschl. und den Vorgang der Befr. bei Cycas revoluta (*Jahrb. f. viss. Bot.*, Bd. XXXII, 1898).

(4) Weber : The develop. of the Antherozoids of Zamia et notes on the Fecundation of Zamia (*Bot. Gazette,* v. XXIV, 1897-1898, p. 16 et p. 225).

(5) Hirase : Etudes sur la fécondation, *loc. cit.*

(6) Ikeno : Zur Kenntniss des sog. centrosomähnlichen Körpers im Pollenschl. der Cycadeen (*Flora,* 1898. Bd. LXXXV, et *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. XXXII).

(7) Shaw : Ueber die Blepharoplasten bei Onoclea und Marsilia (*Berich. d. Deut. bot. Gesellsch.*, 1898, p. 177).

trosomes ; il en donne comme preuve la relation qui s'établit entre eux et le fuseau achromatique (1).

Pour aider à la solution du problème qui intéresse à la fois la spermatogénèse des animaux et des végétaux, il est utile de se reporter à la constitution de l'appareil locomoteur des zoospores chez les organismes inférieurs,

Nous avons démontré que dans les Chlamydomonadinées (2) cet appareil comprend les flagellums, un nodule d'insertion, et un filet de protoplasma chromatique que l'on peut quelquefois suivre jusqu'au voisinage du noyau. Le nodule d'insertion, qui est nettement visible chez le *Chlorogonium*, correspond aux blépharoplastes des anthérozoïdes ; or, « rien ne permet de le considérer comme un centrosome : il y a même contre cette assimilation des raisons qui semblent convaincantes. En effet, en attribuant à ce nodule la signification de centrosome dans le *Chlorogonium*, il faudrait admettre que ces corpuscules deviennent plus visibles après la division du noyau, ce qui est contraire à tous les précédents ; de plus, ce serait un centrosome sacrifié, puisqu'il est abandonné avec la membrane vide du sporange, lors de la sortie des cellules-filles ; il serait nécessaire, d'autre part, qu'il y eût, dans la cellule-mère, d'autres centrosomes pour présider aux divisions nucléaires (3). »

Strasburger se prononce également contre l'assimilation des blépharoplastes avec les centrosomes (4) ; chez les *Vaucheria*, les *Œdogonium*, les *Cladophora*, on trouve au point d'insertion des flagellums un petit nodule chromatique, semblable à celui du *Chlorogonium* ; ce nodule fait partie de l'ectoplasme. Strasburger fait remarquer

(1) Belajeff : Ueber die Centrosome in den spermatog. Zellen (*Berich. d. Deut. bot. Gesellsch.* Bd. XVII, 1899).
(2) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*
(3) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*, p. 180.
(4) Strasburger : Ueber Reduktionsth., p. 185.

avec raison que dans l'*Œdogonium*, où le nombre des cils est de 100 à 120, si on voulait assimiler les nodules aux centrosomes, on se touverait dans l'alternative de considérer chaque nodule comme un centrosome, ce qui porterait le nombre de ces éléments à un total trop élevé pour une seule cellule : si on voulait au contraire appliquer la même appellation à l'ensemble des nodules, il faudrait admettre l'existence d'un centrosome annulaire, d'une grande dimension, alors qu'on n'a rien vu de semblable dans la karyokinèse chez cette algue (1). Selon Strasburger il est probable que les blépharoplastes, qui chez les algues font partie de l'ectoplasme, se sont ensuite formés directement à l'intérieur de la cellule, aux dépens du kinoplasme : c'est là, en effet, qu'on les rencontre dans les Filicinées et les Gymnospermes ; cette différence de situation n'a aucune importance, puisque l'ectoplasme serait lui-même de nature kinoplasmique, et elle n'est pas un obstacle à une commune descendance de ces formations. Il existe probablement une relation étroite entre la substance nucléolaire et l'appareil locomoteur, ainsi que l'a déjà pensé Fischer : « Man wird zu der Vermuthung gedrangt, dass das material der ausgestossenen nucleolen zu der Cilienbildung verwendet wird (2). »

L'étude du *Polytoma uvella* confirme nos premières observations faites sur le *Chlorogonium* ; elles concordent aussi d'une manière générale avec les nouvelles recherches de Strasburger.

Le plus souvent, il n'existe qu'un seul blépharoplaste pour les deux *flagellums* ; dans quelques individus cependant, chaque flagellum possède un nodule chromatique distinct; ces blépharoplastes sont des épaississements de l'ectoplasme qui se confondent souvent avec la pellicule

(1) Mitzkewitsch: Zu der Frage nach der Zell. und Kernth. von Œdogonium, 1899.
(2) Fischer : *Loc. cit.*, p. 271.

d'enveloppe : parfois, dans le cas d'une papille, le blépharoplaste se trouve reporté en dedans à une certaine distance de la surface. Les gamètes possèdent ces formations, ainsi que les zoospores ordinaires : nous les avons aperçues très nettement au moment de la conjugaison ; au début de l'union des deux gamètes, leurs blépharoplastes sont très rapprochés, et il est fort probable qu'ils se fusionnent comme les noyaux ; mais il nous est impossible cependant de l'affirmer. On peut s'assurer avec de bonnes colorations qu'un mince filet de protoplasma plus chromatique part du blépharoplaste et se dirige du côté du noyau. La présence de ce filet chromatique qui relie ainsi les flagellums avec l'intérieur de la cellule a une grande importance : nous avons réussi quelquefois à suivre ce filet jusqu'au noyau lui-même ; il se termine à la surface de la membrane nucléaire sur une sorte de petit renflement.

Il est utile, pour les descriptions, de donner un nom à chacune de ces formations : nous avons déjà l'expression *blépharoplaste* qui est appliquée au nodule d'insertion des flagellums : nous proposons d'appeler *rhizoplaste* le filet chromatique qui part du blépharoplaste et s'avance à l'intérieur de la cellule ; le renflement qui termine le rhizoplaste au contact de la membrane nucléaire peut être désigné sous le nom de *condyle*.

L'appareil locomoteur au grand complet se compose donc des *flagellums*, du *blépharoplaste*, du *rhizoplaste* et du *condyle ;* toutes ces parties ne sont pas nécessairement visibles : aussi ne saurait-on les considérer autrement que comme des différenciations transitoires du protoplasma ; c'est d'ailleurs le cas des flagellums eux-mêmes, qui représentent cependant l'élément le plus durable ou du moins le plus facile à distinguer. Le rhizoplaste semble souvent être incomplet ; il se forme à partir du blépharoplaste et s'avance plus ou moins loin dans la direction du noyau (fig. 1). C'est ce que nous avions

déjà constaté dans nos observations sur les Chlamydomonadinées ; chez le *Phacotus lenticularis*, on réussit en effet à mettre en évidence sur certaines zoospores un petit filet qui part du nodule d'insertion et va se continuer dans le cytoplasma jusqu'au voisinage du noyau (1) ; nous supposions déjà à cette époque que le rhizoplaste devait se mettre en communication avec l'élément nucléaire : l'étude du *Polytoma uvella* a confirmé nos prévisions. Etant donné que les éléments dont nous venons de parler sont très difficiles à colorer et de taille exiguë, on doit admettre, pensons-nous, que leur existence est beaucoup plus générale qu'on ne serait amené à le supposer d'après l'observation directe.

Cette disposition de l'appareil locomoteur chez le *Polytoma uvella* soulève une foule de questions intéressantes sur la structure des spermatozoïdes et sur le rôle des centrosomes. Commençons tout d'abord par les spermatozoïdes.

Un spermatozoïde comprend ordinairement les parties suivantes :

1° Le noyau, qui forme la portion la plus importante de la tête ; il est constitué par une masse homogène et dense de chromatine qui se colore avec une très grande intensité par les réactifs nucléaires : il est entouré par une enveloppe mince de cytoplasme ;

2° Un corpuscule, qui occupe le sommet de la tête et dont les dimensions sont très variables : c'est l'acrosome;

3° La pièce moyenne, qui donne insertion au flagellum : elle est, comme l'acrosome, sensible aux réactifs colorants du cytoplasme ;

4° Le flagellum, qui consiste en un filament axial entouré par une enveloppe mince de cytoplasme.

Le rôle principal dans la fécondation est dévolu au

(1) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*, p. 120.

noyau; la pièce intermédiaire aurait cependant, selon beaucoup de zoologistes, un rôle peut-être plus important encore : ce serait l'élément fertilisateur par excellence ; cette pièce est, selon les uns, un centrosome modifié ; selon les autres, elle contient un ou deux centrosomes « end-knob » ; cet élément fournirait à l'œuf le « stimulus » de sa division.

Le flagellum ne sert qu'à opérer la translation du spermatozoïde, et l'acrosome lui-même n'a pas de fonction définie.

Nous allons comparer maintenant la structure du *Polytoma uvella* avec celle des spermatozoïdes. Comme le *Polytoma* est un ancêtre direct des Métazoaires et des Métaphytes (1), on peut prévoir que les spermatozoïdes présentent encore quelques traits de ressemblance avec les gamètes du Flagellé que nous étudions ; l'hétérogamie, en modifiant la forme des gamètes isogames, a conservé au spermatozoïde son appareil locomoteur, et celui-ci, *a priori*, devrait présenter les caractères primitifs que nous venons de faire connaître : si ses caractères sont masqués dans le spermatozoïde adulte, ils devraient tout au moins se retrouver au cours de la spermatogénèse.

Or, si nous examinons la constitution des spermatozoïdes telle qu'elle a été déterminée par les travaux de Moore (2), de Suzuki (3), de Korff (4), nous sommes tout d'abord frappé de la similitude complète d'organisation entre l'appareil locomoteur de ces spermatozoïdes

(1) Consulter les divers mémoires que nous avons publiés dans *le Botaniste*, au sujet des affinités des organismes inférieurs.

(2) Moore : On the structural changes in the reproductive Cells during the Spermatog. of Elasmobr. (*Quat. Journ.*, v. XXXVIII, 1895).

(3) Suzuki : Notiz über die Entst. des mittelst., von Selachiern (*Anat. Anzeiger*, XV, 1898).

(4) Korff : zur Histog. der Spermien von Helix (*Arch. micr. Anat.* v. LIV, 1899).

et celui du *Polytoma* ; ainsi, le flagellum est inséré sur un nodule chromatique qui rappelle le blépharoplaste ; ce dernier est rattaché au noyau par un filament chromatique comparable au rhizoplaste, et enfin, au contact du noyau, se trouve un corpuscule chromatique « endknob » qui est l'analogue du condyle.

On ne saurait méconnaître l'importance de ce résultat *qui semble être la conséquence naturelle et prévue de la parenté des Métazoaires et des Flagellés.*

Malheureusement, s'il est incontestable que l'appareil locomoteur offre, dans les deux cas, une similitude parfaite, on est néanmoins obligé, si l'on s'en tient aux observations actuelles sur la spermatogénèse, d'attribuer à ces formations une origine différente.

Il nous est impossible de faire ici un exposé complet de la spermatogénèse, d'autant plus que les nombreux auteurs qui se sont occupés de ce sujet sont loin de s'entendre et que les diverses parties du spermatozoïde ont reçu une interprétation différente ; nous signalerons cependant les observations qui se rattachent plus particulièrement à l'origine du flagellum et des parties qui s'y rattachent.

Constatons que la plupart des auteurs qui ont écrit sur la spermatogénèse sont d'accord pour faire jouer un rôle aux centrosomes de la spermatide dans la formation du flagellum et dans celle du rhizoplaste. Chez les Elasmobranches et l'*Helix*, la spermatide possède deux centrosomes qui sont rapprochés de l'ectoplasme ; celui qui est le plus voisin de la surface donne naissance aux flagellums, alors que le centrosome postérieur s'allonge en un filament qui va s'appliquer sur le noyau et s'y termine par un petit renflement « end-knob » ; c'est là ce qui semble résulter des recherches de Suzuki (1) et de Korff (2) ;

(1) Suzuki : *Loc. cit.*
(2) Korff : *Loc. cit.*

ce dernier auteur admet que l'idiozome qui représente la sphère attractive dégénère, sans prendre part à la formation de l'acrosome.

Dans les Amphibiens, les centrosomes occupent la périphérie de la spermatide ; du centrosome externe, part le filament axial ; les deux centrosomes quittant la sphère attractive ou idiozome dont ils sont entourés se portent alors vers le noyau ; le centrosome externe se transforme alors en un anneau au travers duquel le filament axial passe pour aller s'attacher au centrosome le plus interne. Ce dernier s'enfonce dans la base du noyau et s'élargit énormément pour former la partie principale de la pièce moyenne, « middle pièce » ; l'anneau se divise en deux parties, dont l'une fournit un corpuscule chromatique identique avec le « end-knob », alors que l'autre se déplace le long du flagellum. L'acrosome est formé par l'idiozome qui chemine autour du noyau et se place au pôle antérieur Selon Mc Grégor (1), qui a étudié l'*Amphiuma*, l'acrosome n'est formé que par une partie de l'idiozome ; celle qui reste, plus petite, va constituer à la base du noyau la « pièce moyenne », et le « end-knob » n'est autre chose que le centrosome interne.

Si nous nous reportons aux mammifères, nous trouvons les travaux récents de Lenhossek sur le rat, et ceux de Meves sur le cobaye, le rat et l'homme ; chez le rat, selon Lenhossek (2), les deux centrosomes persistent à la base du noyau, donnant un double « end-knob ». Meves (3) est d'un avis différent ; cet auteur admet que l'un des centrosomes s'aplatit sur le noyau en forme de disque ; l'autre centro-

(1) Mc Gregor : The Spermatogenesis of Amphiuma (*Journal of Morphology*, XV, Supp.).

(2) Lenhossek : Unters. über Spermatog. (*Archiv. f. mikr. Anat.* Bd. LI, 1898).

(3) Meves : Ueber Structur und Histogenese der Samenfäden von Salamandra maculosa (*Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. 50, 1897).

some se divise, donnant naissance à un « end-knob » et à un anneau. Quant à l'acrosome, il provient dans le cobaye de la sphère attractive, d'après Meves, alors que dans le rat, selon Lenhossek, il se forme dans le cytoplasme sans aucune relation avec les parties constituantes de la dernière mitose.

Il est assez difficile de se reconnaître dans ce dédale de contradictions, d'autant plus qu'un certain nombre d'auteurs, parmi lesquels Platner, Field, Benda, Julin, Prenant, Niessing, affirment que le centrosome de la spermatide passe dans l'acrosome du spermatozoïde (1).

En ce qui concerne le *Polytoma*, nous pensons qu'il n'y a pas le moindre doute sur la constitution et l'origine de l'appareil locomoteur ; il n'existe pas de centrosome dans cette espèce, pour les raisons que nous avons données ; le blépharoplaste est d'origine ectoplasmique, le rhizoplaste qui en part et se continue parfois jusqu'au noyau n'est que la manifestation d'une relation étroite entre les flagellums et le noyau ; quant au condyle qui correspond à l'end-knob du spermatozoïde, on serait tenté d'y voir un simple épaississement de la membrane nucléaire.

Nous serions disposé à croire que l'appareil locomoteur du spermatozoïde n'a pas une constitution différente ; la similitude presque complète entre les deux dispositions plaide fortement en faveur de cette manière de voir, et il y a en outre les raisons tirées de l'ontogénèse et de la phylogènese du gamète ; celles-ci ont une valeur qu'il serait difficile de méconnaitre. En effet, l'hétérogamie a pris naissance aux dépens de l'isogamie ; les gamètes isogames ont commencé à se montrer dans la série ascendante au niveau du *Polytoma uvella* ; il serait assez

(1) Consulter Wilson : The Cell in Development and Inheritance 2e édition, 1900, p. 162.

étonnant que le spermatozoïde, qui représente une simple différenciation morphologique du gamète des *Polytoma*, ait modifié aussi profondément la nature et l'origine de son appareil de translation ; cela serait d'autant plus extraordinaire que le résultat définitif est le même dans les deux cas ; de telles ressemblances ne peuvent être l'effet du hasard.

On se trouve ainsi en face de deux conceptions très différentes sur la nature des diverses parties des gamètes et des spermatozoïdes :

1° Les zoologistes sont d'accord presque tous actuellement pour faire jouer un *rôle prépondérant aux centrosomes*, lors de la spermatogénèse, dans la constitution de l'appareil locomoteur et de ses dépendances.

2° Nos recherches sur le *Polytoma uvella* prouvent au contraire que l'appareil de translation des gamètes et des zoospores, avec ses dépendances, se forme sans le *concours d'aucun centrosome* ; il est cependant identique à celui des spermatozoïdes. Il y a donc lieu de reprendre sur ces nouvelles données l'étude des éléments spermatiques ; nous pensons qu'on peut, sans inconvénient, appliquer dès maintenant à ces derniers la terminologie employée pour les gamètes du *Polytoma* ; le « end-knob » n'est autre chose que le *condyle* ; le filet chromatique qui s'avance du blépharoplaste vers le noyau représente notre *rhizoplaste*. En faisant cela, on préjuge, il est vrai, des résultats de l'avenir, et on fait bon marché de l'opinion courante ; il nous semble cependant que les contradictions nombreuses qui se rencontrent dans les descriptions de la spermatogénèse autorisent tous les doutes.

Ainsi, il est évidemment anormal qu'une sphère attractive puisse abandonner les centrosomes qui occupent son centre, pour aller former une partie sans signification définie, l'acrosome ; c'est pourtant à cette conclusion qu'arrivent la plupart des auteurs qui se sont occupés de la

spermatogénèse. Il n'est pas compréhensible, d'autre part, que ces centrosomes de la spermatide, qui sont de taille minuscule, puissent donner naissance à un filament axile souvent très long. Nous trouvons qu'on abuse vraiment trop de ces centrosomes ; on leur attribue le transport des chromosomes aux pôles ; on croit qu'ils déterminent l'orientation du fuseau ; voilà maintenant qu'ils donnent naissance dans la spermatogénèse au flagellum et au rhizoplaste ! Nous savons bien qu'on a essayé une explication en comparant ces filaments à un des rayons de la sphère attractive. Meves a trouvé, par le moyen de divers réactifs colorants, « dass beide, Centralkorper und Axenfaden, substantielle von einander verschieden sind (1) » ; il en résulterait que : « um einen mitosenfaden der Zellsubstanz handeln, welcher ebenso, wie Z. B. ein Polstrahl oder eine Spindelfaser der achromatischen Figur der mitose an den Centralkörper angeheftet ist und welcher die Substanz auf Grund deren er wächst, um der Centralkörper herum oder vielleicht durch ihn hindurch aus der Zelle bezieht » ; nous avouons n'être pas convaincu du rôle du centrosome en cette occasion. La description de Korff ne nous satisfait pas davantage ; ce savant trouve au début trois centrosomes au centre de la sphère attractive : deux seulement persistent sans qu'on sache ce que devient le troisième ; ces centrosomes se placent sur une ligne perpendiculaire à la surface : « von dem peripheren, distalen geht ein feines Fädchen ab, welches die erste Anlage des extracellularen Schwanzfadens darstellt » ; le second centrosome se développe en un petit bâtonnet qui finit par atteindre la surface du noyau. « Schliesslich erreicht der Stab mit seinem vorderen Ende den Kern und verbindet sich mit ihm intracellularer Schwanzfaden von Platner und Prenant (2). Dans la description de

(1) Meves : *Loc. cit.*, 1897, p. 117.
(2) Korff : *Loc. cit.*, p. 259.

l'auteur, nous trouvons un fait qui nous semble démontrer que les corpuscules chromatiques en question ne sont pas des centrosomes ; en effet, au moment où il existe trois de ces éléments, l'un d'eux est compris dans l'ectoplasme ; cette position n'est pas celle d'un centrosome, mais, par contre, elle correspond tout à fait à celle qu'occupe le blépharoplaste du *Polytoma*.

En résumé, *nous pensons que l'appareil locomoteur des spermatozoïdes est identique à celui des gamètes du Polytoma uvella.*

Nous appliquons la même conclusion aux diverses cellules vibratiles.

Les recherches d'Engelmann (1) ont montré que dans les cellules à cils vibratiles bien développées, telles que celles des branchies de l'Anodonte, il existe à la base de chaque cil un nodule, puis un segment intermédiaire en rapport avec une granulation, à laquelle fait suite un filament qui s'enfonce dans le protoplasma et qui constitue la racine du cil ; les granulations basilaires des cils se colorent comme des centrosomes.

Zimmermann a montré, à la réunion de la Société anatomique tenue à Strasbourg en 1894 (2), des préparations de cellules épithéliales d'utérus de Femme, de gros intestin et de rein de Lapin, dans lesquelles il avait coloré des granulations situées à la surface libre des cellules ; ces granulations possédaient les caractères de véritables centrosomes.

Heidenhain et Cohn (3) ont vu également, dans différentes cellules épithéliales d'embryon de Canard de

(1) Engelmann : Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen (*Pfluger's Archiv*. XXIII, 1880).

(2) Zimmermann : Demonstrationsbericht (*Verh. d. A anat. Ges. zu. Strassburg*, 1894).

(3) Heidenhain et Cohn : Ueber die Mikrocentren (*Morphol. Arbeiten*, VII, 1897).

quatre jours deux petits centrosomes très nets situés loin du noyau, tout près de la surface libre de la cellule.

Meves, de son côté, annonçait, en septembre 1897 (1), que, dans les cellules séminales de différents Lépidoptères, il avait observé, en rapport avec les centrosomes situés à la périphérie de la cellule, des filaments se terminant librement dans la cavité ampullaire.

Henneguy, auquel nous empruntons ces détails (2), a reconnu également que dans les cellules à cils vibratiles bien développés, telles que celles des branchies de Lamellibranches, le renflement qui existe à la base de chaque cil se comporte, vis-à-vis des divers réactifs colorants, exactement comme un centrosome (3). Henneguy a vu en outre que les spermatocytes du *Bombyx Mori* possèdent quatre flagellums qui s'insèrent sur un corpuscule chromatique autour duquel on observe des radiations (4) ; la preuve que ces éléments sont réellement des centrosomes serait donnée par la position qu'ils occupent aux pôles du fuseau pendant la karyokinèse ; ce savant est amené ainsi à conclure que « les centrosomes sont les centres moteurs du kinoplasme ». Peter a essayé récemment de fournir une démonstration expérimentale du fait (5) ; ses expériences ont porté sur les cellules vibratiles des Anodontes et sur des spermatozoïdes : les mouvements d'un groupe de cils vibratiles continuent, après séparation de la partie de la cellule renfermant le noyau : ils cessent si on enlève la

(1) Meves : Ueber Central korper in mannl. Geschl. von Schmetterlingen (*Anat. Anz.*, XIV, 1897).

(2) Henneguy : Sur les rapports des cils vibratiles avec les centrosomes (*Archives d'anatomie microscopique*, t. I, avril 1898).

(3) Henneguy : Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles (*Comptes rendus, Acad. sc.* no 13, mars 1898).

(4) Henneguy : Sur les rapports des cils vibratiles avec les centrosomes (*Arch. d'anatomie microscopique*, t. I, fasc. 4, 25 avril 1898).

(5) Peter : Das Centrum für die Flimmer, und Geisselbewegung (*Anat. Anz.*, Bd. XV, 1899).

partie basilaire renfermant le nodule d'insertion. Zimmermann a été plus loin en suggérant que les mouvements amiboïdes eux-mêmes pourraient être régis par les centrosomes (1).

Ces faits nous semblent loin d'être démontrés. Strasburger et d'autres ont déjà fait observer qu'ils exigeraient, pour être exacts, une multiplication vraiment extraordinaire des centrosomes, puisqu'une cellule ciliée du testicule chez le chien possède de 90 à 100 cils vibratiles. On rencontre les mêmes difficultés en étudiant les Infusoires : ainsi Hoyer (2) retrouve chez le *Colpidium colpoda*, pour chaque cil, une formation analogue aux précédentes, et, cependant, il est impossible de rattacher ces éléments d'une façon quelconque à des centrosomes qui n'existent même pas dans cette espèce. Meves a vu les mouvements se continuer après l'enlèvement de la pièce moyenne dans les spermatozoïdes de la Salamandre ; il est ainsi amené à mettre en doute le rôle de centre cinétique attribué au centrosome (3). Nous avons montré, dans nos observations sur les Chlamydomonadinées, qu'il existe des *blépharoplastes en l'absence de tout centrosome* : après nos recherches sur le *Polytoma uvella*, nous sommes disposé à croire *que les nodules d'insertion des flagellums n'ont jamais la valeur de centrosomes ; ces derniers ne jouent aucun rôle dans les mouvements externes de la cellule.* D'un autre côté, le transport des chromosomes aux pôles du fuseau se fait aussi bien lorsque les centrosomes manquent que lorsqu'ils existent (4) ; il est donc inutile d'attribuer

(1) Zimmermann : Beiträge zur Kenntniss einiger Drüsen und Epithelzellen (*Arch. f. mik. Anat.* Bd. 52).

(2) Hoyer : Ueber das Verhalten der Kerne bei der Conjugation des Infusors Colpidium colpoda (*Archiv. f. mikr. Anat.*, Bd. 54, 1899, p. 101).

(3) Meves : *Loc. cit.*, 1899, p. 382-383.

(4) P.-A. Dangeard : *loc. cit.*, Essai sur la karyokinèse (*Le Botaniste*, 6e série, p. 236). — Etude de la karyokinèse chez l'Amœba hyalina (*Le Botaniste*, 7e série, p. 79-81).

à ces éléments le pouvoir de régir les mouvements internes de la cellule.

En résumé, *le centrosome ne possède aucune fonction dynamique spéciale ; le cytoplasme est susceptible de se différencier en éléments transitoires qui participent aux propriétés générales de la substance vivante ; les relations de ces éléments sont réglées par le métabolisme général, ainsi que le lieu de formation et le mode de différenciation.*

On comprendra l'intérêt qui s'attache à ces problèmes de l'organisation cellulaire, en comparant notre conclusion à celle d'Henneguy.

« En résumé, écrit ce savant, les centrosomes, qui n'avaient été regardés jusqu'à présent par la plupart des biologistes que comme des organes jouant le rôle de centres cinétiques, tenant sous leur dépendance les mouvements qui se manifestent dans le corps même de la cellule pendant sa division, doivent être considérés également comme centres cinétiques pour les mouvements externes de la cellule (1). »

Il ne nous reste qu'un mot à ajouter à propos de la comparaison qui doit être établie entre l'anthérozoïde et le spermatozoïde.

Ordinairement, on admet que l'anthérozoïde porte ses cils à l'avant, alors que le spermatozoïde traîne le sien à l'arrière ; cette différence tient à ce que l'on considère comme « tête » la partie du corps dirigée en avant pendant le mouvement. Cependant, si l'on se reporte au gamète du *Polytoma uvella*, on voit que la comparaison n'est sans doute pas juste, et qu'il serait plus scientifique de considérer avec Strasburger et Belajeff comme partie antérieure du corps, celle qui porte les flagellums ; on en serait quitte pour attribuer au spermatozoïde une marche à reculons ; cette manière d'envisager la pola-

(1) Henneguy : *Loc. cit.*, p. 495.

rité des gamètes rendrait plus facile la comparaison des diverses parties de la cellule et rendrait plus saisissante leur équivalence ; elle rendrait compte aussi de cette particularité encore inexpliquée, du retournement du spermatozoïde après sa pénétration dans l'œuf. La conjugaison de sgamètes débute, dans les espèces isogames, par la partie antérieure du corps ; le retournement du spermatozoïde à son arrivée dans l'œuf aurait pour but d'arriver au même résultat dans les espèces hétérogames ; l'explication du changement d'orientation du spermatozoïde, à son arrivée dans l'œuf, se réduirait à un phénomène d'atavisme.

II

LA QUESTION DES CENTROSOMES CHEZ LES VÉGÉTAUX.

Pour Ikeno (1), Hirase (2) et Belajeff (3), les blépharoplastes de Weber sont des centrosomes qui sont utilisés dans la formation des flagellums des anthérozoïdes : comme nous l'avons vu précédemment, cette assimilation est loin de reposer sur des preuves convaincantes ; ces corps n'ont été rencontrés que dans les cellules-mères des anthérozoïdes ; ils échappent à l'observation directe dans les cellules végétatives : c'est pourquoi Belajeff est obligé d'admettre que le centre cinétique désigné sous le nom de centrosome peut n'être pas toujours représenté par un corpuscule colorable.

Au début, on attribuait une structure uniforme aux centrosomes des plantes supérieures ; cette idée semble

(1) Ikeno : Zur kenntniss des sog. centrosomähnlichen Körpers im Pollenschl. der Cycadeen (*Flora*, Bd. LXXXV, 1898).

(2) Hirase : Etudes sur la fécondation et l'embryogénie du Ginkgo biloba (*Journal of the College of Science Univ. Imp. Tokyo*, v. XII, 1898).

(3) Belajeff : *Loc. cit.*

avoir été abandonnée : nous avons à ce sujet les déclarations de Guignard qui sont précieuses à enregistrer, puisqu'elles émanent de la plus haute autorité en cette matière : « Depuis mes premières recherches sur le *Lilium*, dit-il, j'ai retrouvé, surtout dans le sac embryonnaire de cette plante, des corps granuleux entourés d'une auréole transparente ou d'une substance condensée, plus colorable que le cytoplasme ambiant : ce sont les sphères directrices que j'avais signalées. Cette condensation m'a paru aussi, dans certains cas, être exagérée par l'action coagulante des réactifs fixateurs, car, autour d'elle, à chaque pôle du fuseau, on trouve parfois un espace circulaire complètement vide. Au lieu d'un seul corpuscule au centre, j'en ai souvent vu plusieurs, excessivement petits. Il est certain que, dans un grand nombre de cas, on n'aperçoit rien ou presque rien de nettement distinct ; mais il en est d'autres où le doute disparaît, et je crois que, dans cette question, une observation positive a une toute autre valeur qu'une observation négative (1). » Ce même savant, qui a vu dans le *Nymphæa*, le *Nuphar* et le *Limodorum*, plusieurs corpuscules très petits, ayant des caractères variables, occuper les pôles du fuseau, arrive à la conclusion suivante : « De tout ce qui précède, il semble donc permis de conclure que les centrosomes, sphères attractives ou directrices, centrosphères, etc., peuvent offrir tous les degrés possibles de différenciation morphologique. La notion du centrosome surtout doit être comprise maintenant dans un sens plus large qu'au début de nos connaissances sur ce sujet. Si les centrosomes ne sont pas toujours morphologiquement distincts et si, comme le pense M. Strasburger, le kinoplasme semble souvent suppléer leur absence, il n'en paraît pas moins certain

(1) Guignard : Les centres cinétiques chez les végétaux (*Ann. sc. nat. Bot.*, 8e série, t. V, p. 214, 215).

que les plantes supérieures peuvent être pourvues d'éléments cinétiques différenciés, dont le rôle est le même que celui des corps analogues observés chez les plantes inférieures et chez les animaux (1). »

L'existence de centrosomes, qui pendant quelques années semblait être établie d'une façon indiscutable dans les cellules des Phanérogames, des Gymnospermes et des Ptéridophytes, a fini par présenter un caractère d'incertitude que Guignard lui-même reconnait. C'est qu'en effet, dans une série d'importants mémoires, Strasburger et ses élèves contestent la présence de centrosomes aux pôles du fuseau dans ces mêmes plantes (2). Citons les observations d'Osterhout pour les *Equisetum*, de Juel pour les *Hemerocallis*, de Debski pour les *Chara*, de Mottier pour quelques Dicotylédones et Monocotylédones. Osterhout et Mottier ont vu que le fuseau bipolaire définitif commençait par montrer un nombre variable de pôles, souvent plus d'une douzaine ; ils estiment cette disposition incompatible avec l'existence de sphères attractives.

D'autres auteurs arrivent au même résultat négatif. Zimmermann, qui a essayé diverses méthodes, n'a jamais réussi à voir les centrosomes des plantes supérieures (3) : « Ebenso habe auch ich bei meinen Bemühugen, in verschiedenen pflanzlichen Organen die Centrosomen sichtbar zu machen, obwohl ich namentlich auch die bei tierischen objekten fast aus nahmslos zum Ziele führenden Fixierungs und Tinktions methoden in der verschiedenartigsten Weise miteinander kombiniert habe, in keinem Falle distinkt gefarbte korper beobachten können, die ich un *zweifelhaft* als Centralkorper hatte deuten konnen. Die pflanzlichen Centrosomen dürften somit zum mindesten

(1) Guignard : *Loc. cit.*, p. 215, 216.

(2) Cytologische Studien (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. XXX, 1897).

(3) Zimmermann : Die Morphologie und Phys. des pflanzlichen Zellkernes, Iéna, 1896, p. 63-64.

eine von tierischen abweichende Zusammensetzung besitzen. » Raciborski explique que, dans certains cas, on peut observer aux pôles du fuseau une formation qui a une certaine ressemblance avec un centrosome ; mais on reconnaît, en l'examinant de plus près, qu'il s'agit du point de rencontre des filaments radiaires. Les recherches de Raciborski ont eu lieu principalement sur le *Lilium Martagon*, les *Fritillaria* et l'*Asclepias* : à propos de cette dernière plante, il s'exprime ainsi : « Sind die Schnitte sehr dünn, und die Linse stark genug, so erscheinen die vermeintliche kugligen Centrosomen nur als centra der radiarem Polstrahlungen (1). » Plus récemment, Anstruther A. Lawson a expérimenté l'action des divers réactifs fixateurs et colorants sur les cellules-mères du *Cobæa scandens* sans réussir à voir les centrosomes (2) ; cet auteur a étudié avec soin les fuseaux multipolaires et les fuseaux bipolaires ; leurs extrémités se terminent en pointe effilée dans la zone de trophoplasme qui entoure le noyau en division ; de ces pôles partent de nombreux filaments de kinoplasme qui rayonnent tout autour ; la place qui devrait être occupée par les centrosomes est donc nettement délimitée ; si on ne les voit pas, il est peu probable que les réactifs aient causé leur disparition, puisque la structure du protoplasma est par ailleurs bien conservée. Il faudrait donc admettre, s'ils existent réellement, qu'ils échappent à l'observation à cause de leur ténuité, ce qui n'est guère conforme aux données anciennes sur ces corps et aux descriptions qui en ont été faites. Chamberlain, dans ses recherches sur l'oogénèse du *Pinus Laricio* (3), avoue

(1) Raciborski : Flora, Bd. LXXXIII, 1897.

(2) A. Lawson : Some observations on the Developp. of the Karyokinetic Spindle in the Pollen Mother-Cells of Cobaea scandens (*Proc. of the Calif. Acad. of Sc.*, *séries* III, *Botany*, v. I, 1898).

(3) C.-J. Chamberlain : Oogenesis in Pinus Laricio (*Bot. Gaz.*, v. XXVII, 1899, p. 279).

n'avoir pu mettre en évidence les centrosomes ; toutefois, il est disposé à croire que ces éléments existent cependant dans cette plante. « Although centrosomes were not positively identified in any part of the work, appearances favor the supposition that they may accompany the male nuclei. » Blackman n'a pas réussi davantage à voir ces formations dans le *Pinus sylvestris* (1), alors même qu'il s'adressait au tissu de l'endosperme ; ceci est important, car Overton avait signalé l'endosperme de différents Conifères comme étant particulièrement favorable à cette recherche.

Dans les *Convallaria* et les *Potamogeton*, K. Wiegand a rencontré des fuseaux multipolaires ; il n'a pas vu de centrosomes ; chez les *Convallaria* en particulier, il n'existait aucune granulation aux pôles : « In no case was there even so much as a granule present at the pôle, or any thing that could be mistaken for a centrosphere (2). », B.-M. Duggar a aussi observé des fuseaux multipolaires dans les *Symplocarpus* et les *Peltandra;* il a porté toute son attention sur la formation du fuseau et sa structure définitive, sans y trouver aucune indication de corpuscules pouvant être pris pour des centrosomes : le cytoplasme renferme, il est vrai, des granulations chromatiques ; mais ces dernières ne sont pas spécialement localisées dans la région polaire (3).

Les belles observations de Grégoire sur les Liliacées confirment l'absence de centrosomes chez ces plantes (4) ; ses

(1) Blackman : On the cytological Features of Fertilisation (*Phil. Trans. of the Royal Society*, v. CXC, 1898).

(2) Karl Wiegand : The development of the microsporangium and microspores in Convallaria *and Potamogeton* (*Bot. Gaz.*, v. XXVIII, 1899, p. 340).

(3) B.-M. Duggar: Studies in the development of the pollen grain in *Symplocarpus fœtidus and Peltandra undalata* (*Bot. Gaz.* v. XXIX, 1900, p. 88).

(4 Grégoire : Les cinèses polliniques chez les Liliacées (*La Cellule*, t. XVI, 1899).

remarques au sujet des nucléoles qui se rencontrent dans le cytoplasme expliquent peut-être la méprise de ceux qui ont cru apercevoir des centrosomes. Il est évident, par exemple, que les corpuscules décrits récemment par Ch. Bernard, comme sphères attractives et centrosomes, n'ont plus rien de commun avec les éléments de même nom tels qu'on les a compris jusqu'ici ; cet auteur dit « que le contour des sphères dans le *Lilium candidum* est souvent difficile à saisir ; leurs dimensions n'ont rien de constant même dans des stades identiques et, à plus forte raison, dans des stades différents. Nous n'avons pas toujours vu deux sphères bien nettes accolées l'une contre l'autre ; au contraire, on en voit souvent une seule ; souvent aussi, on en voit deux, et quelquefois il semble qu'on puisse en distinguer plus de deux (1) » ; mêmes irrégularités dans le nombre des centrosomes qui est de deux ou trois.

En résumé, personne, à l'heure actuelle, n'admet plus chez les plantes supérieures l'existence d'un centrosome se divisant en deux à chaque cinèse et se perpétuant ainsi indéfiniment ; mais quelques auteurs persistent à croire qu'il existe aux pôles du fuseau des corpuscules ou des sphères qui jouent le rôle d'un centre cinétique ; on ignore d'ailleurs leur origine et leur sort définitif ; s'ils sont invisibles, on admet que leur ténuité en est cause ; on accuse l'action des réactifs ; mais on se refuse à croire qu'ils manquent réellement ; dans une telle controverse, les preuves d'ordre négatif ne suffisant plus, il faut autre chose.

Osterhout et Mottier, qui ont découvert les fuseaux multipolaires aperçus déjà par Belajeff, ont fait remarquer que ce mode de formation du fuseau est incompatible avec l'existence de véritables centrosomes ; mais cette conséquence n'est pas absolue, car, ainsi que le fait re-

(1) Ch. Bernard : Recherches sur les sphères attractives chez Lilium candidum, Helosis guyanensis (*Journal de Botanique*, v. XIV, 1900).

marquer Guignard, le fuseau finit toujours par devenir bipolaire, et le rôle des centrosomes serait de provoquer cette concentration des filaments du fuseau ; d'un autre côté, on connait des exemples, soit chez les végétaux (*Pellia*), soit chez les animaux (*Ascaris*, *Cyclops*, *Branchipus*), où le fuseau, d'abord multipolaire, présente de véritables centrosomes lorsqu'il est devenu finalement bipolaire (1).

Pour mettre fin à cette discussion qui menace de s'éterniser, il fallait une preuve d'une autre nature, permettant d'affirmer dans un exemple donné, l'impossibilité absolue pour le centrosome d'exister sous la forme figurée ou sous la forme abstraite.

Cette preuve, nous l'avons fournie dans nos recherches sur les Chlamydomonadinées ; « nous avons suivi, disions-nous, très souvent et très facilement, lorsque nos préparations étaient bien colorées, le contour du fuseau au stade de la plaque équatoriale : chaque pôle se terminait en *pointe effilée*, ce qui exclut, dans ce cas, la présence d'un centrosome ordinaire ; la pointe venait souvent jusqu'au contact de l'ectoplasme. Nous considérons comme très générale cette disposition des pôles à venir affleurer, dans les Chlamydomonadinées, à la surface du corps ; on peut même supposer que c'est dans le but d'y prendre un point d'appui, et cela expliquerait, jusqu'à un certain point, l'absence de radiations dans le cytoplasme (2). »

Avant nous, quelques observateurs avaient déjà signalé des faits analogues, mais sans y accorder, semble-t-il, aucune importance ; Osterhout, par exemple, a vu qu'au début de la formation du fuseau multipolaire dans l'*Equisetum*, certains filaments de kinoplasme atteignent l'ectoplasme ; mais les pôles du fuseau définitivement constitué se terminent à quelque distance de la membrane ; son

(1) Guignard : Les centres cinétiques, *loc. cit.*, p. 207-211.
(2) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*, p. 214-215.

observation (1) ne peut donc nous être d'aucun secours en la circonstance. Mottier a vu que les pôles du fuseau peuvent atteindre la membrane dans les cellules-mères du *Podophyllum* : « Nicht alle Pole erreichen die Zellwand, einige enden vielmehr frei im cytoplasma » ; mais l'auteur ne tire aucune conséquence de cette constatation (2).

Strasburger a compris l'importance de ce mode de terminaison des pôles du fuseau, sur lequel nous avions le premier attiré l'attention, et tout récemment il a exposé le résultat de ses propres observations ; le phénomène s'observe avec la plus grande facilité dans les cellules-mères polliniques du *Nymphæa alba* (3): on rencontre également cette disposition dans les mêmes cellules chez les *Iris*, le *Funkia Sieboldiana* le *Butomus umbellatus* ; elle existe aussi chez les *Lilium*, mais elle ne semble pas générale : dans l'*Allium fistulosum* et le *Larix europea*, les pôles du fuseau n'atteignent pas toujours l'ectoplasme ; ils se terminent à une certaine distance de la surface ; une étude attentive du *Larix* montre que ces pôles sont reliés à l'ectoplasme par de nombreuses radiations de kinoplasme.

Strasburger pense que les pôles du fuseau adhèrent à l'ectoplasme, mais non à la membrane cellulaire.

Nos recherches sur le *Polytoma uvella* montrent que l'adhérence peut se faire avec la membrane elle-même, au moins dans certains cas ; en effet, nous avons vu dans cette espèce un des pôles du fuseau fixé solidement à la paroi; son extrémité effilée était nettement visible en dehors de l'ectoplasme contracté par le réactif fixateur ; par conséquent, il est fort possible que la chose existe aussi chez les plantes supérieures.

Quoi qu'il en soit, ce mode de terminaison des pôles du fuseau ne peut se concilier avec la présence de centro-

(1) Osterhout : *Loc. cit.*, p. 160.
(2) Mottier : *Loc. cit.*, p. 178.
(3) Strasburger : Ueber Reduktion stheilung, p. 146.

somes ; quand il existe, les centrosomes manquent forcément; comme la karyokinèse s'effectue, en l'absence de ces corpuscules, sans aucune modification ni changement, on est en droit de conclure qu'ils n'ont nullement le rôle cinétique qu'on leur attribue.

C'est ce que nous nous sommes efforcé de montrer dans notre essai sur la karyokinèse (1) ; on a voulu faire des chromosomes des éléments passifs incapables de se déplacer sans l'intermédiaire de « centres d'attraction » et de « filaments tracteurs » ; cette idée est adoptée si généralement ; elle est si enracinée dans l'esprit des histologistes, qu'il faudra probablement beaucoup de temps et d'efforts avant qu'elle disparaisse. Cependant, en réfléchissant sur cette question, on ne voit aucune raison sérieuse de refuser aux chromosomes un mouvement propre ; le fait de constituer une partie intégrante de la substance vivante leur confère la faculté de se nourrir, de s'accroître et de *se déplacer* comme le reste du protoplasma ; si on nous objecte que les chromosomes ont un contour net et une forme déterminée, que leur substance est dense, que, sans cause extérieure, il est difficile de leur attribuer la faculté de se diriger et de se mouvoir dans la cellule, nous répondrons que dans la cellule il y a *concordance* dans les mouvements des diverses parties, que la faculté pour les chromosomes de se diviser et de se séparer en deux groupes leur a été léguée par la division directe.

Il n'est pas plus étonnant d'assister à la séparation des chromosomes dans la karyokinèse que de voir le corps d'une amibe se diviser en deux, alors que le noyau ainsi que le nucléole se partagent en deux moitiés qui s'éloignent ensuite l'une de l'autre ; ce nucléole a toutes les

(1) P.-A. Dangeard : Mémoire sur les Chlamydomonadinées (*Le Botaniste*, 6e série, p. 236). — Etude de la karyokinèse chez l'Amœba hyalina (*Le Botaniste*, 7e série, p. 81).

propriétés des chromosomes, densité, contour net, chromaticité, etc.; cependant ses deux moitiés, pour s'éloigner l'une de l'autre, n'ont pas besoin de l'intervention d'un « centre cinétique » ; leur déplacement propre se fait en concordance avec celui du protoplasma.

Nous avons déjà développé ces considérations dans de précédents travaux : les théories classiques sur la karyokinèse nous semblaient reposer sur une base peu solide. Aujourd'hui, nous avons le plaisir de n'être plus seul de notre avis : Fischer, en suivant une direction autre que la nôtre, et par des moyens différents, arrive à des conclusions identiques : « Besondere Kräfte zum Transport der Chromosomen braucht die Zelle überhaupt nicht zu entfalten; denn die ganze Theilung des kernes ist ein Wachsthum, dessen Richtung und Intensitat mit dem Wachstum der ganze Zelle gegeben ist (1). » De son côté, W. Smith, sans avoir pris, semble-t-il, connaissance de nos travaux, exprime, en parlant des chromosomes et de leurs mouvements propres, des idées analogues aux nôtres : « How then are the chromosomes propelled ? Inasmuch as there are no fibers discoverable by which they can be pulled, is it not possible that they have a power of motion in themselves? This hypothesis is not absurd. It is quite as reasonable to assume an automobility of the chromosomes as a contractilityof the spindle fibers. The initiatory separation of the chromosomes into pairs by longitudinal fission implies a power of movement which is entirely independent of external tension : and the same inference is possible from the gradual shortening of the spiren to form the chromosomes and from the reexpansion of the chromatin in the daughter nuclei (2). »

(1) Fischer : *Loc. cit.*, p. 256-257.

(2) W. Smith : The achromatic spindle in the spore mother cells of *Osmunda regalis* (*Bot. Gaz.*, v. XXX, p. 369-370).

Il n'est pas téméraire de penser que les théories mécaniques actuelles de la karyokinèse, si en honneur parmi les zoologistes, ont fait leur temps : c'est l'étude des organismes inférieurs qui leur a porté le coup décisif ; il en a été de même pour les théories de la sexualité.

NUTRITION ORDINAIRE

NUTRITION SEXUELLE ET NUTRITION HOLOPHYTIQUE

Par P.-A. DANGEARD

La nutrition, dans son sens le plus général, comprend l'ensemble des phénomènes qui tendent à conserver ou à augmenter la substance vivante d'un organisme et son énergie ; on peut distinguer la *nutrition ordinaire*, la *nutrition sexuelle* et la *nutrition holophytique*.

L'exercice des fonctions vitales a comme résultat une usure du protoplasma et une diminution de son énergie : aussi, la vie n'est-elle possible que grâce à la nutrition ; celle-ci, sous sa forme ordinaire, a dû nécessairement faire partie des propriétés primitives du protoplasma.

Nous avons étudié assez longuement, dans un mémoire précédent, la nutrition ordinaire et son influence sur l'évolution ; nous exposerons ici quelques réflexions concernant la nutrition sexuelle et la nutrition holophytique.

I

C'est en nous appuyant sur l'idée de nutrition que nous avons formulé récemment une théorie nouvelle

de la sexualité (1) ; comme elle est destinée, dans notre pensée, à remplacer celles qui sont enseignées actuellement, nous ne devons rien négliger pour entraîner la conviction. En traitant de la nutrition sexuelle, nous aurons l'occasion de répondre à quelques objections qui nous ont été soumises ; elles visent d'une part *l'état affamé des gamètes*, et d'autre part la signification d'*autophagie sexuelle* que nous attribuons au phénomène de copulation. Examinons successivement ces deux points en discusion.

A

Nous avons démontré, contrairement aux théories existantes, que rien, dans la *structure des gamètes*, ne pouvait justifier la *nécessité*, ou même simplement l'*utilité* de leur union : ce sont des *éléments complets*, en tant que cellules ; il faut donc, pensons-nous, chercher la cause de la conjugaison dans une raison *d'ordre physiologique* : c'est pourquoi nous avons désigné cette fonction sous le nom d'*autophagie sexuelle*.

La preuve que la sexualité a des rapports étroits avec la nutrition est fournie par un grand nombre d'observations. Tous ceux qui ont cultivé des organismes inférieurs pendant un certain temps, savent que la formation des gamètes coïncide le plus souvent avec l'appauvrissement du milieu nutritif : on peut retarder ou provoquer les conjugaisons en faisant varier les conditions de l'alimentation.

Lorsqu'on sème les conidies du *Basidiobolus ranarum* dans un milieu nutritif riche, elles donnent naissance à un mycélium vigoureux qui produit de nouvelles conidies

(1) P.-A. Dangeard : Théorie de la sexualité (*Le Botaniste*, 6e série, p. 263). — Programme d'un essai sur la reproduction sexuelle (*Le Botaniste*, 7e série, p. 263).

et quelques zygospores ; mais si la culture a lieu sur un substratum épuisé, il se forme un mycélium réduit qui *donne exclusivement des zygospores*, c'est-à-dire des éléments sexués (1).

L'expérience suivante de Klebs est encore plus démonstrative : il choisit un réseau d'eau (*Hydrodictyon reticulatum*) dont les cellules commencent à former des gamètes, et il le porte dans une *solution nutritive* contenant de 0,5 à 1 0/0 de sulfate de magnésie, une partie de phosphate de potasse, une partie de nitrate potassique et quatre parties de nitrate calcique. L'algue cesse de donner des gamètes ; elle les remplace au bout de quelque temps par des zoospores asexuées, même si elle est reportée dans l'eau pure (2).

Mais ce sont surtout les expériences de Maupas qui doivent être invoquées ici, car elles sont des plus concluantes (3). On peut, en effet, selon ce savant, empêcher indéfiniment les Infusoires ciliés, à toutes les périodes de leur existence, de contracter des accouplements, en les plaçant dans des milieux toujours abondamment pourvus d'aliments. Pour obtenir des conjugaisons, il suffit, au contraire, d'isoler des individus remplissant certaines conditions organiques, de les laisser jeûner, pour les voir immédiatement se rechercher et s'unir ; au moment de l'accouplement, tant qu'il ne s'est pas établi une solide soudure entre les conjoints, il suffit de donner une abondante pâture pour amener la séparation des gamètes ; ceux-ci recommencent alors une nouvelle période d'accroissement végétatif et de multiplications agames.

La conclusion de ces expériences est, à notre avis, de

(1) Eidam : Basidiobolus, eine neue Gattung der Entomophthoraceen (*Beitr. z. Biol. d. Pflanzen*, Bd. IV, Breslau, 1884).

(2) Klebs : Zur Physiol. der Fortpfl. (*Biol. Centr.*, Bd. IV, 1889).

(3) Maupas : Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés (*Arch. de Zool. exp. et génér.*, 2e série, t. VII).

considérer les gamètes comme des éléments affaiblis par le jeûne, par la disette d'aliments ; ces gamètes peuvent reprendre leur développement, soit par un apport d'aliments, c'est alors la parthénogénèse, soit par la conjugaison ou reproduction sexuelle ; la *nutrition ordinaire* et la *nutrition sexuelle* ont donc un résultat identique et peuvent se suppléer mutuellement.

Malheureusement, ces idées qui semblent si naturelles ont pour adversaires les savants mêmes dont nous venons de rappeler les expériences.

D'après Maupas, la disette d'aliments ne doit modifier en rien d'essentiel l'état organique interne des Infusoires en expériences, pas plus d'ailleurs que la condition opposée, c'est-à-dire une abondante et riche alimentation. Mais, dans le premier cas, ils s'accouplent de suite, et, dans le second, ils s'y refuseront complètement. La privation d'aliments agit *indirectement* et *occasionnellement* sur leur activité karyogamique. Une riche alimentation endort l'appétit conjugant ; le jeûne, au contraire, l'éveille et l'excite (1). Maupas pense qu'on ne saurait tenter actuellement une explication plausible de la nature de cette excitation ; ce n'est pas notre avis. L'insuffisance de la nutrition n'agit pas *indirectement* et *occasionnellement* sur l'activité karyogamique ; elle a été à l'origine la cause *directe* et *nécessaire* de la différenciation des gamètes ; elle opère encore actuellement dans le même sens, chez les espèces qui ont conservé le caractère primitif de la reproduction sexuelle.

Si Maupas cherche à réduire ici le rôle de la nutrition et sa signification dans la sexualité, c'est parce qu'il croit à l'existence de causes qu'il appelle organiques, comme l'évolution en cycles des générations et la maturité karyogamique.

(1) Maupas : *Loc. cit.*, p.403.

L'idée d'une évolution alternante, enveloppant les générations des Infusoires dans un cycle, n'est que l'expression même du développement; sans doute, actuellement, la reproduction sexuelle intervient d'une façon normale dans la vie des individus ; mais on se tromperait en faisant de cette alternance une loi primordiale de la vie, et en considérant la sexualité comme une propriété primitive du protoplasma.

On peut poser en principe que le protoplasma était immortel du moment où il pouvait par la *nutrition* reconstituer sa substance; son accroissement a eu pour résultat la *division fissipare*; celle-ci a suffi pour assurer le développement indéfini d'un certain nombre d'organismes inférieurs; nous avons la certitude presque complète que les Bactériacées, par exemple, que beaucoup de Flagellés et certains Rhizopodes sont dépourvus de reproduction sexuelle ; ils continuent cependant d'exister ; par suite, il est faux que l'organisme s'use forcément par l'exercice de la vie ; la succession des générations asexuelles n'affaiblit en aucune façon le protoplasma, qui conserve ses propriétés intactes, du moment où la nutrition est assurée; la dégénérescence sénile ne se rencontre pas dans les organismes inférieurs dépourvus de sexualité.

La multiplication par sporanges se rattache facilement à la division fissipare; si elle favorisait la dispersion de l'espèce, elle était beaucoup moins favorable à la nutrition. *Dans une espèce qui se reproduit par simple bipartition, on observe une période de nutrition et d'accroissement, à laquelle succède une période de division ; l'équilibre se trouve ainsi maintenu.— Supposons que plusieurs périodes de division se succèdent sans période de nutrition correspondante, il est évident que les nouveaux organismes doivent être affamés ;* c'est le cas du *Polytoma uvella*, chez lequel la sexualité s'est montrée pour la première fois avec tous ses caractères.

Ce n'est pas par une simple coïncidence que nous voyons apparaître la sexualité dans un groupe qui montre le premier une reproduction régulière par sporanges; sans doute, l'organisme a pu, dans une certaine mesure, suppléer aux périodes de nutrition intercalaires qui sont supprimées par la sporulation, au moyen d'une assimilation préalable plus abondante et plus complète; mais il n'en reste pas moins évident que l'équilibre entre la nutrition, l'accroissement et la reproduction est plus difficilement maintenu avec la sporulation qu'avec la division fissipare, et qu'il suffit d'une ou deux bipartitions supplémentaires pour placer les zoospores dans les conditions de cellules ayant faim. Remarquons encore que les gamètes chez les Chlamydomonadinées sont des zoospores qui ont précisément subi une ou deux de ces bipartitions supplémentaires; dans le *Chlorogonium euchlorum*, par exemple, les sporanges ordinaires ne donnent en général que quatre zoospores, alors que le nombre des gamètes s'élève ordinairement à seize et parfois même à trente-deux (1).

Ces considérations semblent donc justifier notre manière de voir sur l'état particulier des gamètes; sans doute, le mode de formation de ces éléments a subi par la suite des modifications nombreuses qui ont altéré le caractère primitif du phénomène; mais si nous voulons rechercher l'origine d'une fonction, c'est chez les espèces où elle a débuté que nous avons le plus de chances de retrouver la trace des causes qui l'ont produite.

A ce titre, le fait de constater que les différences d'alimentation suffisent encore à provoquer ou à empêcher la conjugaison dans les organismes inférieurs, constitue une indication précieuse; la nutrition ne saurait agir aujourd'hui, chez ces mêmes spèces, en sens différent d'autre-

(1) P.-A. Dangeard : Recherches sur les Chlamydomonadinées, *loc. cit.*

fois; puisqu'un gamète, alors même qu'il a commencé les préliminaires de l'accouplement, est encore susceptible de reprendre son développement asexuel et indépendant par un apport d'aliments, c'est que la *nutrition ordinaire* et la *sexualité* correspondent à une même nécessité physiologique et arrivent à un résultat identique qui est la continuation du développement.

La reproduction sexuelle une fois établie s'est conservée à cause des avantages qu'elle présentait directement et indirectement ; sa présence a introduit une alternance dans les générations; reste à savoir si cette fonction est *devenue* nécessaire à l'immortalité du protoplasma au même titre que la nutrition ordinaire.

Nous ne le pensons pas, mais nous reconnaissons volontiers que la chose en elle-même n'a cependant rien d'impossible, ni même d'invraisemblable ; le mélange de deux protoplasmas d'individus différents, répété à intervalles plus ou moins rapprochés, peut avoir introduit dans la vie de l'être une *habitude nécessaire ;* dès lors, la théorie du *rajeunissement karyogamique* se concilierait avec celle de l'*autophagie sexuelle*, à condition de ne pas la considérer comme une loi fondamentale de la vie, mais *simplement comme le résultat indirect d'une fonction nouvelle.*

S'il en était ainsi, on s'expliquerait la sénescence des Infusoires dans les cultures de Maupas; la nutrition ne suffirait plus, dans les espèces *possédant la reproduction sexuelle*, à assurer le développement indéfini de la vie ; les cellules seraient fatalement vouées à la mort chaque fois que, par suite d'une différenciation spéciale ou de leurs conditions de vie, l'autophagie sexuelle ne peut être réalisée.

Entre les deux hypothèses, celle de l'immortalité cellulaire liée uniquement à la nutrition et celle de l'immortalité exigeant nécessairement le concours de la nutrition et de

l'autophagie sexuelle, il est impossible de se prononcer d'une façon absolue. Nous savons bien que, dans la nature, les cellules qui meurent sont celles qui ne peuvent copuler ; mais on peut toujours incriminer leur différenciation ou l'insuffisance de leur nutrition. D'un autre côté, nous voyons des cellules, comme la plupart de celles qui constituent la partie non renouvelable du corps humain, vivre jusqu'à une centaine d'années, avec la nutrition ordinaire ; l'exemple de la pomme de terre qui se reproduit indéfiniment par bouture semble nous montrer comment l'immortalité peut s'accorder avec l'absence de sexualité ; on pourrait peut-être citer encore avec Weismann certains Crustacés et Insectes chez lesquels la parthénogénèse a remplacé la reproduction sexuelle ; mais cette parthénogénèse, à la vérité, n'est sans doute assez souvent qu'une modification de la reproduction sexuelle.

Quoi qu'il en soit, si la première hypothèse est vraie, la vie pourrait théoriquement être prolongée indéfiniment, à condition que la nutrition puisse être assurée effectivement aux cellules de l'organisme ; pratiquement, il ne serait pas déraisonnable de penser qu'on puisse reculer sensiblement les limites de la vie. Avec la seconde hypothèse, la science se heurte à un obstacle infranchissable : la sénescence arrivera plus tôt ou plus tard, mais elle ne souffre pas d'exceptions.

Dans notre « Théorie de la sexualité », nous avons dit que la parthénogénèse est la *continuation* de la *reproduction asexuelle* que l'*absence d'aliment* aurait fait dévier en *autophagie sexuelle* (1) ; nous citions, à l'appui de cette manière de voir, les belles expériences de Klebs sur les *Chlamydomonas*, les *Ulothrix*, le *Protosiphon*, etc. (2). Or, Klebs prétend que nous avons donné à ses observations

(1) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*, p. 268.

(2) Klebs : Die Bedingungen der Fortpfl. bei einigen Algen und Pilzen, Iéna, 1896, p. 169.

une interprétation qu'elles ne comportent pas ; il nous oppose à cet égard l'exemple du *Sporodinia grandis* qui développe des parthénospores au lieu de zygospores en l'absence d'oxygène, ou sous l'action d'une température élevée, ou encore dans une atmosphère desséchée ; on ne peut incontestablement, dit-il, invoquer dans ce cas, en faveur de la parthénogénèse, un apport d'énergie ; ce sont les conditions extérieures qui empêchent la conjugaison ; les gamètes sont pourvues de tout ce qui leur est nécessaire pour développer un carpospore ; l'idée de gamètes affaiblis, ayant faim, est donc nettement arbitraire (1).

L'objection que Klebs présente contre notre conception de la nature des gamètes ne peut être admise pour la bonne raison qu'il considère comme *gamètes* les rameaux copulateurs des Mucorinées ; or, ce sont en réalité des *gamétanges* ayant de nombreux noyaux comme ceux des Pérosnoporées et des Saprolégniées. Nous savons que dans ces familles il y a une tendance marquée à la parthénogénèse ; cette tendance est liée à la manière dont se comportent les noyaux des gamétanges ; un certain nombre se détruisent au *profit d'un ou plusieurs gamètes privilégiés* ; l'apport d'énergie aux gamètes peut donc provenir du gamétange lui-même, sans venir de l'extérieur. Nous ignorons encore la destinée des nombreux noyaux des gamétanges chez les Mucorinées ; mais la parenté de cette famille avec les précédentes permet de supposer également une destruction de noyaux au profit des énergides qui persistent. Klebs a donc eu tort de prendre comme exemple le *Sporodinia* : 1° *parce qu'il considère comme gamète un organe qui a la valeur d'un gamétange ;* 2° *parce que, dans un gamétange, l'apport d'énergie peut provenir d'une diminution du nombre des gamètes sans*

(1) Klebs : Zur Physiol. der Fortpfl. einiger Pilze (*Jarhrb. f. wiss. Bot.*, Bd. XXXV, p. 194-198).

qu'aucune cause extérieure entre en jeu ; 3° parce qu'en tout état de cause, l'union de gamétanges représente une déviation de la sexualité ordinaire ; notre définition ne vise que les gamètes.

Klebs pense que dans la parthénogénèse des *Spirogyra* et du *Protosiphon* qui se produit avec les solutions salines, c'est principalement la consistance « wasseranziehende Kraft » du milieu qui agit en empêchant la réunion des gamètes ; la manière dont se comporte le *Protosiphon* serait à cet égard très instructive ; dans la solution saline, les gamètes ne copulent point ; ils se développent parthénogénétiquement ; si cette solution est remplacée en temps opportun par de l'eau pure, l'affinité sexuelle reparaît et les conjugaisons se produisent à nouveau.

Après les développements qui précèdent, on sera d'avis avec nous qu'il faut distinguer dans les expériences qui déterminent la parthénogénèse : 1° l'action d'ordre mécanique ou autre qui empêche la réunion des gamètes, comme la consistance épaisse ou visqueuse du milieu ; 2° l'action nutritive ou énergétique qui permet le développement indépendant des gamètes ; tant que ce dernier facteur n'a pas rendu la cellule à son état physiologique normal, l'affinité sexuelle est susceptible de reparaître.

Comme nous désirons, avec un savant du mérite de Klebs, fournir à la discussion tous les éléments d'appréciation, non seulement pour le présent, mais pour l'avenir, nous signalerons comment on pourrait être amené à supposer que l'action mécanique est suffisante à produire la parthénogénèse. Supposons un milieu visqueux et non nutritif arrêtant le mouvement des gamètes : l'énergie qui était destinée à la translation du corps se trouve économisée ; il n'est pas impossible que cette énergie puisse être utilisée par la nutrition générale et suffise dans certains cas à déterminer la parthénogénèse.

D'un autre côté, les gamètes des algues, du moins ceux

qui possèdent de la chlorophylle, se trouvent dans des conditions spéciales qu'il est bon de ne pas oublier ; toute cause susceptible de prolonger leur existence, en diminuant l'activité de leur fonction respiratoire ou locomotrice, constitue un avantage au point de vue de la nutrition générale, puisque la nutrition holophytique aura ainsi le temps de s'exercer et de rétablir l'équilibre qui se trouvait momentanément rompu.

En l'absence même de la nutrition holophytique, le *ralentissement des fonctions* peut sans doute conserver la vie à des gamètes affamés en leur permettant d'attendre des conditions de vie meilleures ou en leur fournissant le temps nécessaire pour utiliser celles dont elles disposent. Deux hommes privés de nourriture sont placés dans des conditions différentes : l'un continue à s'agiter, à marcher, à travailler ; l'autre cesse tout travail ; il reste immobile et évite tout effort ; ces individus sont affaiblis tous les deux ; cependant le dernier pourra résister assez longtemps pour attendre des jours et même des mois — témoin les fakirs de l'Inde — le retour de la nutrition normale, alors que le premier sera depuis longtemps mort d'épuisement.

Nous considérons que la parthénogénèse est possible, non seulement par un *apport d'énergie ou d'aliment*, mais encore par un *ralentissement momentané* des fonctions, qui a comme conséquence une *économie d'énergie interne.*

Il ne faut pas oublier que ce sont les conditions primitives de la sexualité et son origine que nous essayons d'établir sur une base solide ; de même qu'il s'est produit, surtout chez les champignons et les algues, de nombreuses déviations d'ordre morphologique, de même nous observons aussi quelques différences dans l'état physiologique des gamètes ; on reconnaîtra toujours avec un peu d'attention la raison d'être de ces différences. Nous comprenons bien, par exemple, pourquoi l'un des gamètes s'est diffé-

rencié en élément allongé, réduit comme volume et très mobile, alors que l'autre est devenu une grosse cellule immobile et chargée de réserves ; au lieu de continuer à nous opposer les déviations résultant d'adaptations spéciales, il sera plus profitable, sans doute, d'en chercher la raison.

C'est ainsi qu'il serait peut-être possible d'expliquer les cas curieux de parthénogénèse obtenus par Loeb, avec des œufs d'Oursins ; n'ayant pas eu à notre disposition les travaux de Loeb, nous citerons en entier la note suivante de Giard (1) qui rend admirablement compte de l'état actuel de la question :

« Dans une communication antérieure (2), j'ai dit que le développement des œufs d'Echinodermes provoqué par l'effet des solutions salines sans le concours des spermatozoïdes était dû non à l'influence spécifique des *ions*, mais à l'action déshydratante des sels employés sur les plasmas ovulaires et à celle de l'hydratation subséquente, lorsque l'œuf est remis dans de l'eau de mer pure. Il nous semblait, en effet, téméraire d'attribuer dans le *phénomène de Loeb* un rôle prépondérant à l'ionisation et de vouloir interpréter par les seules lois de l'osmose les échanges interstitiels qui s'accomplissent dans un organisme aussi compliqué que l'œuf mûr. Notre collègue, M. Lapicque, a justement insisté, dans une séance récente (*Comptes rendus* du 27 octobre, p. 879), sur les dangers qu'il y a d'assimiler un tissu de cellules vivantes à un précipité colloïdal, et la critique qu'il a faite de la méthode s'applique *à fortiori* au cas de la cellule-œuf.

(1) Giard : Sur la pseudogamie osmotique (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 5 janvier 1901).

(2) A. Giard : A propos de la parthénogénèse artificielle des œufs d'Echinodermes (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 28 juillet 1900, n° 28, p. 761).

« D'autre part, certaines solutions salines, celle de chlorure de magnésium en particulier, exercent une action déshydratante manifeste sur les cellules vivantes.

« Dans un mémoire qui n'a pas suffisamment attiré l'attention des biologistes, Tycho Tullberg a indiqué, il y a quelques années, la remarquable action anesthésiante d'une solution au centième de chlorure de magnésium (1). Des expériences faites, cet été, sous mes yeux, par M. A. Michel, dans mon laboratoire de Wimereux, montrent tout le parti qu'on peut tirer de ce procédé pour la fixation à l'état d'extension des Actinies et autres animaux marins.

« Or, on sait, depuis les intéressantes recherches de R. Dubois, que le mécanisme de l'action d'un grand nombre d'anesthésiques consiste dans une action déshydratante (2). Si, à la dose de 1/100, le chlorure de magnésium exerce déjà un effet déshydratant assez énergique pour produire l'anesthésie d'un Actiniaire, son action à la dose de 12 p. 100, que Loeb a employée et que sur son conseil j'ai employée également avec succès pour provoquer la segmentation des œufs d'Echinodermes, doit déterminer une déshydratation bien plus intense.

« D'ailleurs, dans un travail qui a paru presque jour pour jour en même temps que ma note rappelée ci-dessus, Loeb, abandonnant sa première manière de voir, attribue comme moi-même la parthénogénèse artificielle à l'augmentation de la pression osmotique du milieu et à la perte par l'œuf d'une certaine quantité d'eau.

« Dans de nouvelles expériences, Loeb a pu, en effet,

(1) T. Tullberg : Ueber Conservierung von Evertebraten in ausgedehnten Zustand, 1892. Analysé dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, 1892 (2), t. X, p. XI des *Notes et revue*.

(2) R. Dubois : Mécanisme de l'action des anesthésiques (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, II, 1891, p. 561).

obtenir le développement des *blastulæ* et même des *plutei* en employant pour augmenter la pression osmotique du liquide ambiant, non plus des électrolytes, mais des corps non conducteurs (sucre de canne par exemple) (1).

« C'est donc enfoncer une porte ouverte que de s'efforcer de prouver par une analyse chimique d'ailleurs peu démonstrative, si les chiffres donnés sont exacts, que le spermatozoïde n'agit pas par un apport de magnésium (2); ce qui, au surplus, n'avait jamais été la pensée de Loeb, autant que je l'ai pu comprendre, même dans son mémoire préliminaire.

« Mais il y a lieu de rapprocher des nouvelles expériences de Loeb les résultats si importants obtenus naguère par Klebs en faisant agir des solutions salines et sucrées sur les *Spyrogira* et divers autres Cryptogames. On sait que Klebs obtenait ainsi la formation de parthénospores ou la germination parthénogénétique de la gynogamète et même de l'androgamète (3). Ne peut-on supposer que, dans ces cas encore, ce qui a été considéré comme le résultat exclusif de phénomènes nutritifs était dû, en partie pour le moins, à l'action osmotique des solutions employées ?

« J'ai déjà rappelé à l'appui de cette manière de voir que les œufs des Branchipes et des *Apus* ont besoin pour leur développement parthénogénétique d'un dessèchement suivi d'une réhydratation.

« Il en est sans doute de même pour les œufs parthénogé-

(1) J. Loeb : Further experiments on artificial parthenogenesis and the nature of the process of fertilization (*American Journal Physiology* IV, août 1, 1900, p. 178).

(2) Y. et M. Delage : Sur les relations entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogénèse (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 24 décembre 1900, p. 1227).

(3) Klebs : Die Bedingungen der Fortpl. bei einigen Algen und Pilzen, 1896, p. 245.

nétiques de nombreux Crustacés Cladocères et Ostracodes.

« Il convient de citer également les expériences de Tichomiroff (*Bull. mens. Bachicolt. Padova,* 1886), qui a vu se produire les premières phases de la segmentation des œufs de vers à soie préalablement immergés pendant 2 minutes 1/2 dans l'acide sulfurique concentré.

« Il est bien évident que toutes les parthénogénèses provoquées ne sont pas nécessairement dues à la déshydratation suivie d'hydratation (*tonogamie*). Certaines actions mécaniques ou chimiques semblent, en effet, produire des résultats analogues à ceux obtenus par les modifications de la tension osmotique. Les expériences de R. Dubois et celles beaucoup plus précises de Winkler et d'Oudemans montrent que le liquide spermatique privé de spermatozoïdes peut aussi déterminer un développement pseudogamique (1).

« Enfin, nous avons montré que l'adjonction des substances nutritives ovulaires à l'androgamète suffisait dans les cas de mérogonie et dans ceux de fausse hybridité à produits semblables au mâle, pour donner également un développement parthénogénétique, par pseudogamie nutritive ou *trophogamie*.

« Mais il importe de distinguer nettement tous ces cas de pseudogamie d'avec la fécondation vraie ou fertilisation qui est fondamentalement, comme l'a démontré Maupas, un phénomène nucléaire, *un rajeunissement karyogamique* (2).

« Déjà, dans son dernier mémoire, Loeb s'est servi juste-

(1) Winkler : Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extractivstoffen aus Sperma (*Nachricht. d. K. Gesell. d. Wiss. zu. Göttingen,* 1900, Heft II).

(2) Je laisse de côté, pour le moment, la question si intéressante des deux cycles cellulaires à n et $2n$ chromosomes dont les travaux de Strasburger et de Dangeard ont montré l'importance, surtout en ce qui concerne les Métaphytes et les Métazoaires.

ment du mot de parthénogénèse artificielle (*artificial parthenogenesis*), que j'avais également employé (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 28 juillet 1900, n° 28, p. 761), mais il est regrettable qu'il appelle encore processus de fertilisation (*process of fertilization*) ce qui n'est qu'une pseudogamie cinétique dans le sens le plus large du mot. »

Les résultats contenus dans cette note peuvent être l'objet d'une interprétation plus générale.

Il nous semble que si la déshydratation suivie d'hydratation peut provoquer la parthénogénèse, c'est en fin de compte « le ralentissement momentané » des fonctions obtenu par cette déshydratation qui est seul en cause : il a comme conséquence, ainsi que nous le disions plus haut, une économie d'énergie interne ; nous rentrons ainsi dans le cas général.

Si nous sommes dans le vrai, il est inutile d'appliquer un nom spécial à la parthénogénèse ainsi obtenue : que le supplément d'énergie fourni aux gamètes provienne de conditions internes ou externes, le résultat est le même ; on ne doit même, à notre avis, faire entrer l'expression de *gamie* dans la reproduction sexuelle que dans le cas où la fécondation est obtenue par le concours complet ou partiel d'un second gamète (1). Alors, il y a réellement mariage ; si l'apport d'énergie au gamète est d'origine physique ou chimique, il y a simple parthénogénèse ; nous ne croyons pas devoir accepter le terme de « tonogamie » proposé par Giard ; nous pensons également que l'expression de « trophogamie » doit être rejetée. L'expression de tonogamie est destinée dans la pensée de Giard à désigner la parthénogénèse obtenue par déshydratation ; celle de trophogamie s'applique à la parthénogénèse provoquée par

(1) P.-A. Dangeard : Programme d'un essai sur la reproduction sexuelle (*Le Botaniste*, 7e série).

l'apport d'aliment ; mais, en dehors de l'objection fondamentale qu'il n'existe dans ces phénomènes aucun mariage, nous ne pensons pas qu'il y a intérêt à distinguer dans la parthénogénèse autant de cas qu'il existe de formes variables dans le mode d'apport de l'énergie au gamète.

Notre « théorie de la sexualité a donné pour la première fois une explication simple et rationnelle de la parthénogénèse, alors que, dans la théorie de Van Beneden, elle était inexplicable ; nous avons vu avec plaisir Strasburger adopter notre manière de voir à ce sujet. « Ausserdem aussert Dangeard zum ersten Mal Ansichten über das Verhältniss der Chromosenreduction zur Parthenogenesis, mit welchen meine hier entwickelten Vorstellungen in vielen Punkten übereinstimmen (1). »

Les gamètes représentant chacun une spore ou un individu, il est naturel que leur développement isolé puisse être obtenu dans certaines conditions par des formes différentes de l'énergie ; les expériences de Loeb, ainsi que nous venons de le constater, ne font pas exception à la règle que nous avons posée ; reste à connaître, d'une part, la façon dont le gamète à n chromosomes fournit les cellules à $2n$ chromosomes des Métazoaires, et à rechercher, d'autre part, dans quelles espèces la chose est possible. Les zoologistes ont là un champ d'observation merveilleux, dont il serait téméraire de prévoir les résultats.

Toutes ces questions ont une portée philosophique incontestable ; malheureusement la route est peu sûre et l'on risque fort de s'égarer en chemin ; mieux vaut sans doute s'abstenir.

N'est-il pas extraordinaire, par exemple, de voir que la nutrition ordinaire qui favorise la *durée* des individus est l'objet de tant de sollicitude dans nos sociétés, alors que

(1) Strasburger : Ueber Reduktionstheilung., *loc. cit.*, p. 92.

la nutrition sexuelle, qui favorise le *nombre* des individus, est au contraire entravée par tous les moyens ? Il y a là peut-être une nécessité fondamentale de l'existence des sociétés, mais, en cherchant bien, on trouverait aussi sans doute beaucoup d'égoïsme.

B

Nous venons de voir que les gamètes sont bien réellement des zoospores affaiblies par le jeûne ; elles manquent d'énergie ; cet état particulier doit être attribué, non seulement à l'absence d'aliment, mais aussi aux effets de la sporulation remplaçant la division fissipare. Il s'est produit à ce moment de l'évolution une rupture d'équilibre entre la fonction de nutrition et la multiplication de l'espèce ; nous arrivons ainsi à comprendre comment des cellules ont pu avoir faim, alors même qu'elles se trouvaient dans un milieu nutritif non épuisé ; la pénurie d'aliment produit le même résultat et amène la formation des gamètes. Dans ces conditions, il est naturel d'envisager la conjugaison comme un acte de nutrition ; la reproduction sexuelle a la signification d'*autophagie sexuelle*.

Cette conception a soulevé quelques critiques plutôt bienveillantes ; mais dans les objections qu'on nous oppose il existe un malentendu qui doit tout d'abord disparaître :

L'opinion de Strasburger est que « gegen diese Vorstellung sobald sie mehr als ein blosses Gleichniss sein wil, müssten sehr bestimmte Einwande erhoben werden. Denn ein Organismus, der von einem anderen gefressen wird, vereinigt sich mit ihm als Organismus, er büsst vielmehr seine Organisation ein, und nur die Stoffe seines Körpers dienen dem anderen als Nahrung. Zwei Organismen können einander gleichzeitig überhaupt nicht auffressen, da hiermit beide ihre Organisation ein büssen

müssten, also aufhören wurden, als Organismen fortzubestehen (1). » Klebs partage l'avis de Strasburger à ce sujet ; il cite l'exemple de deux *Stylonichia* ayant faim ; le gros individu mange le petit; il s'agit alors d'autophagie et non d'une conjugaison (2).

Les critiques de Klebs s'appliquent à la définition donnée par Rolph de la conjugaison: « Der Conjugations vorgang ist nur eine besondere Form der Nahrungs auf nahme, welche bei sinkendem Angebot von Nahrung, oder bei gesteigertem Nahrungs bedürfniss, in Folge der oben angegebenen Ursachen eintritt ; er ist eine Isophagie, welche an Stelle der Heterophagie tritt (3). » Il est évident que l'exemple des deux *Stylonichia*, cité par Klebs, est un cas d'*Isophagie* au sens de Rolph ; celui-ci n'a pas fait la distinction entre la nutrition ordinaire et la nutrition sexuelle ; mais ce reproche n'est pas applicable à nos idées, car nous avons toujours eu soin, en parlant de la copulation des gamètes et de la sexualité, de préciser qu'il s'agissait d'*autophagie sexuelle* et non de simple autophagie (4).

Les arguments dont s'est servi Strasburger à l'égard de notre théorie ne visent aussi en réalité que l'idée de Rolph. Weismann les avait déjà indiqués de la manière suivante : « Pour qu'un animal serve de nourriture à un autre, il faut qu'il soit tué, liquéfié et finalement assimilé, mais ici les deux protoplasmas se touchent et se fondent sans que l'un d'eux se dissolve. Ce sont deux idioplasmas, avec toutes les tendances héréditaires qu'ils contiennent, qui se réunissent (5). » Pourtant Weismann a eu la prescience de ce qui devait arriver, car il ajoute immédiate-

(1) Strasburger : Ueber Reduktionsth., *loc. cit.*, p. 89-90.

(2) Klebs : Zur Physiol. der Fortpfl., *loc. cit.*, p. 196.

(3) Rolph : Biologische Probleme, Leipzig, 1884, p. 136.

(4) P.-A. Dangeard : L'influence du mode de nutrition sur l'évolution de la plante (*Le Botaniste*, 6e série, p. 52-58).

(5) Weismann : Essais sur l'hérédité et la sélection naturelle. Traduction Henri de Varigny, Paris, 1892, p. 333.

ment : « Mais bien qu'il n'y ait pas ici nutrition au sens propre du mot, puisqu'aucun des deux animaux ne reçoit par la conjugaison une plus grande quantité d'aliments, il faut bien que dans un certain sens la conséquence de la conjugaison soit analogue à celle qui résulterait de la nutrition et de l'accroissement : la masse du corps s'accroît et avec elle l'ensemble des forces qui y sont liées, et on peut croire que ce moyen rend possibles des effets qui sans cela n'auraient pu se produire. C'est du moins dans cette direction qu'il faudra chercher si l'on veut pénétrer la signification primitive de la conjugaison et arriver par là à son origine phylétique. »

On voit par cette citation que Weismann, tout en combattant l'idée de nutrition appliquée à la conjugaison, avait eu cependant l'intuition qu'il fallait chercher de ce côté pour trouver l'origine de la sexualité.

Sous le nom général de nutrition, on comprend l'ensemble des phénomènes qui permettent à l'individu d'augmenter sa masse et son énergie : on distingue actuellement la *nutrition ordinaire*, avec ses diverses modalités, et la *nutrition holophytique*. Or, si *nous examinons les choses sans parti pris, il est indiscutable que la nutrition ordinaire offre beaucoup plus de rapports communs avec l'acte sexuel qu'avec la nutrition holophytique.*

Ainsi, la nutrition ordinaire peut, au moins dans certains cas, *remplacer* l'autophagie sexuelle. Les expériences de Maupas, à cet égard, sont des plus concluantes ; on peut empêcher indéfiniment les Infusoires, à toutes les périodes de leur existence, de contracter des accouplements, en les plaçant dans des milieux toujours abondamment pourvus d'aliments ; c'est là une première preuve des relations étroites qui existent entre la fonction de nutrition et la reproduction sexuelle. Une autre preuve est fournie par la parthénogénèse ; le développement d'un gamète s'obtient, soit à l'aide d'un milieu nutritif, soit au

moyen de la conjugaison de tout ou partie d'autre gamète; il est naturel de dire qu'il y a nutrition ordinaire dans le premier cas et nutrition sexuelle dans le second ; nous restons dans la définition générale de la nutrition, puisque la masse du corps augmente et qu'il en est de même de l'énergie.

Strasburger objecte encore à notre conception de l'autophagie sexuelle, la fusion des noyaux que nous considérons comme le phénomène le plus important de l'acte reproducteur, à cause de ses conséquences sur l'évolution. « Bei dieser kann es sich ja schlechterdings nicht um das gegenseitige sich auffressen der kerne handeln, sondern um ihre organische Vereinigung (1). »

Nous avons beaucoup réfléchi pour essayer de trouver la cause qui a déterminé la fusion des noyaux dans l'autophagie sexuelle ; lors de l'union des amibes en plasmodes chez les Myxomycètes, les noyaux restent indépendants ; pourquoi cet état primitif s'est-il trouvé modifié ? C'est là une des questions les plus ardues de la phylogénèse de la sexualité.

Il est cependant possible, jusqu'à un certain point, d'entrevoir les raisons de cette fusion ; *il ne faut pas oublier, en effet, que l'union des gamètes remplace une période de nutrition ordinaire.* Revenons, en effet, à l'exemple déjà cité de la reproduction fissipare ; à une période de nutrition et d'accroissement succède régulièrement une période de bipartition. Supposons maintenant qu'il se produise, comme dans la sporulation, deux bipartitions successives sans intervalles de repos ; une période de nutrition se trouve ainsi supprimée et occasionne naturellement l'état affamé des quatre zoospores ; mais cet état est commun au cytoplasme et au noyau ; ces deux éléments ont éprouvé un jeûne dont ils vont détruire l'effet par un

(1) Strasburger : *Loc. cit.*, p. 90.

processus identique. Les quatre cellules se réunissent deux à deux, *cytoplasme à cytoplasme, noyau à noyau,* et *l'effet de la seconde bipartition est neutralisé* ; la période de nutrition qui manquait est suppléée par cette copulation qui *replace les cellules dans les conditions de la division fissipare.*

En ce qui concerne la fusion des noyaux, nous voyons qu'elle pourrait être attribuée à un état affamé, comparable à celui des gamètes et produit dans les mêmes conditions. Nous retrouvons quelque chose de semblable, lorsque nous envisageons les cas de conjugaison snucléaires anormales : les fusions entre les macronucleus des Infusoires n'ont lieu qu'en cas de disette, et nous serions disposé à croire que les fusions nucléaires observées dans l'albumen de certaines Phanérogames sont dues à un état physiologique de même nature (1).

Nous venons de voir que *la copulation des gamètes, avec fusion des noyaux, n'est en réalité qu'une sorte de retour en arrière, annulant l'effet de l'absence d'une période de nutrition et la remplaçant effectivement.*

Cette idée mériterait d'être approfondie : la question de l'ovogénèse et de la spermatogénèse s'y rattache peut-être directement ou indirectement ; ces deux bipartitions successives, sans intervalle de repos, qui s'effectuent dans la cellule mère, ovocyte ou spermatocyte, ne sont pas sans analogie avec l'état primitif qui a produit la nature des gamètes et provoqué leur réunion ; la réduction chromatique s'y est superposée ultérieurement.

Sans doute, dans la sporulation, le nombre des bipartitions successives est devenu variable ; mais c'est parce que la période de nutrition préalable s'est allongée considérablement ; il suffit toujours d'une bipartition supplémentaire pour que le raisonnement précédent puisse être

(1) P.-A. Dangeard : La reproduction sexuelle des Champignons (*Le Botaniste*, 7e série, mai 1900, p. 98-99).

applicable ; il ne faut pas s'attendre évidemment à retrouver actuellement les phénomènes qui ont présidé à l'évolution des espèces dans leur netteté première : comme pour les débris fossiles, nous ne rencontrons souvent que des empreintes incomplètes ou des traces indistinctes ; il faut y suppléer par le raisonnement et par une étude comparative des types existants.

Ainsi, nous serions d'avis de rattacher à l'idée précédente l'existence de divisions successives qui s'effectuent chez les Infusoires ciliés, avant la conjugaison.

Certaines espèces comme la *Leucophrys patula*, lorsqu'elles sont poussées par la disette de vivres et se disposent à la conjugaison, commencent, selon Maupas, à se fissiparer jusqu'à quatre et cinq fois de suite, donnant ainsi naissance à des rejetons de taille naine, destinés à jouer le rôle de gamètes ; chez beaucoup d'autres espèces, il n'intervient probablement qu'une division, non suivie d'accroissement végétatif ; Maupas considère « comme une loi générale, chez les Ciliés, l'existence d'une ou plusieurs divisions fissipares non suivies d'accroissement végétatif, servant de préambule à la conjugaison (1). Aucune période de nutrition n'étant intercalée entre chacune de ces divisions, les individus se trouvent affamés d'abord : 1° *par la privation d'aliments ;* 2° *par l'effet de ces bipartitions successives rapprochées.*

L'état de gamètes est précédé de divisions analogues chez l'*Actinophrys* et l'*Actinosphærium ;* on trouve une division chez l'*Actinophrys* Schaudinn, deux dans l'*Actinopshærium* Hertwig ; mais le noyau seul y prend part. Les auteurs désignent sous le nom de globules polaires, les noyaux qui disparaissent en se désagrégeant à la suite de ces divisions (2).

(1) Maupas : *Loc. cit.*, p. 406.

(2) Consulter Wilson : The Cell in Development and Inheritance 2e édition, 1900, p. 278.

Les théories relatives aux globules polaires sont nombreuses : celle qui attribue à ces formations la valeur de cellules-sœurs des gamètes semble exacte; mais elle ne permet pas de comprendre l'origine même de ces formations.

On peut croire qu'il y a dans ces divisions rapides qui précèdent la maturité sexuelle, un caractère ancestral rappelant celui qui a déterminé l'état affamé primitif des gamètes : la privation d'aliments et l'existence de bipartitions successives sans période de nutrition *agissent dans le même sens;* les deux phénomènes sont d'ailleurs en quelque façon liés l'un à l'autre; si nous recherchons, en effet, quelles sont les causes de la division de la cellule, nous trouvons que cette division est le résultat de la gêne produite par les difficultés que rencontre la cellule à se nourrir lorsque son accroissement dépasse un certain degré; la nutrition est assurée par la surface, et celle-ci varie comme le carré de ses dimensions; l'assimilation au contraire doit être proportionnelle au volume, et ce volume varie comme le cube de ses dimensions; de là une *gêne nutritive* et la *nécessité d'une division.*

La gêne nutritive produite par la disette d'aliments a le même effet que celle qui a pour cause l'accroissement de volume; elle détermine la division; c'est pour cela que *nous trouvons, au début de la sexualité, les deux phénomènes réunis* et donnant aux gamètes leur caractère propre.

Le fait que chez les Métazoaires et certains Protozoaires le noyau seul prend part à la division, est une simple modification de la bipartition primitive; elle a eu pour effet de conserver aux gamètes une quantité de cytoplasme suffisante pour leur développement ultérieur : l'avantage de cette adaptation est surtout évident pour l'oosphère des Métazoaires.

La conjugaison des gamètes, tout le prouve, possède

la signification d'autophagie sexuelle que nous lui avons attribuée : il s'agit d'un acte de nutrition. L'étude du *Polyphagus Euglenæ* est bien intéressante à cet égard; dans cette espèce les gamètes sont tout d'abord *dépourvus d'attraction sexuelle;* celle-ci ne se développe que plus tard, *après une période de végétation.* Ce fait a entraîné quelques modifications intéressantes dans le mode de formation de l'œuf.

En effet, les gamètes s'étant dispersés, à leur sortie du gamétange, sans aucun souci d'une copulation ultérieure, ils se trouvent souvent éloignés les uns des autres, lorsque l'attraction sexuelle apparaît sous l'influence d'une disette d'aliments.

L'autophagie semble difficile à réaliser dans ces conditions ; elle se fait cependant le plus simplement du monde; le gamète mâle utilise un de ses filaments nourriciers pour atteindre le gamète femelle; ce pseudopode perfore la paroi de l'ampoule et assure une communication entre les deux éléments sexuels ; nous avons vu comment s'opère ensuite le mélange des deux cytoplasmes.

La copulation, dans le *Polyphagus*, plaide en faveur de notre théorie de la sexualité ; la nature du pseudopode, les conditions dans lesquelles il se forme, indiquent clairement que les phénomènes sexuels ne sont qu'une variante de la nutrition ordinaire.

La reproduction sexuelle du *Polyphagus* est exactement comparable à celle d'un *Chlamydomonas :* les différences qui existent entre le mode de formation de l'œuf dépendent uniquement du moment où se manifeste l'attraction sexuelle ; chez le champignon, les gamètes sont d'abord indifférents les uns pour les autres ; ils germent, se nourrissent aux dépens des Euglènes comme des zoospores ; lorsque l'attraction sexuelle agit, il faut un organe copulateur pour assurer l'union des cytoplasmes ; cet

organe n'est autre chose qu'un filament nourricier adapté à sa nouvelle destination, de telle sorte que la *sexualité est assurée par le même procédé et par les mêmes éléments que la nutrition ordinaire.*

Le moment où l'attraction sexuelle apparaît dans les gamètes est variable, et il est loin de correspondre pour les deux cellules en présence : on voit des gamètes mâles copuler dès la germination ; par contre des gamètes femelles atteignent le stade qui, chez les individus ordinaires, précède immédiatement la germination (1).

Ceci nous rend compte de la déviation que nous observons dans la reproduction sexuelle des Mucorinées, des Péronosporées, des Saprolégniées, où la copulation a lieu entre les gamétanges eux-mêmes.

Si tous ces faits s'expliquent facilement dans notre théorie, on conviendra qu'il n'en est pas de même avec la théorie régnante de Van Beneden et celles plus récentes qui en découlent.

II

LA NUTRITION HOLOPHYTIQUE

La fonction chlorophyllienne domine la vie de la plante tout entière : l'étude de la morphologie générale des organes aériens nous en fournit la preuve évidente. Malheureusement, nos connaissances sur cette fonction, sur son origine, sur sa nature, sont encore très incomplètes ; ceux qui envisagent la science autrement qu'à travers le prisme trompeur des notions classiques s'en rendent bien compte. C'est ainsi que tout récemment, Davis, dans un mémoire sur les cellules-mères des spores chez les *Antho-*

(1) P.-A. Dangeard : Recherches sur la structure du Polyphagus Euglenae (*Le Botaniste*, 7e série, 5e fascicule, août 1900).

ceros, était amené à poser les questions suivantes : « Le plastidplasme est-il une forme particulière de protoplasme avec des caractères morphologiques qui puissent permettre de le distinguer du trophoplasme, du kinoplasme, des centrosphères et des autres parties différenciées de la cellule ? Si ce plastidplasme existe, quelle forme assume-t-il à la période de l'ontogénèse dans laquelle la chlorophylle manque ainsi que les autres pigments ? Le plastide est-il un organe permanent de la celulle, comme on le suppose généralement ? Comme le plastide est une région du protoplasme où le pigment existe, il se trouve être le siège d'une activité métabolique, et il est possible que la fonction puisse donner à l'élément sa forme et sa structure. On peut même concevoir que la différenciation d'un plastide ne repose pas sur des particularités du protoplasme lui-même, mais qu'elle représente simplement les effets du métabolisme spécial au pigment lui-même. » C'est avec raison que le même auteur considère la cytologie végétale comme ayant devant elle un champ d'investigation des plus importants, avec la structure des chromatophores et leur place dans l'ontogénèse (1).

Nos observations récentes sur le *Polytoma uvella* et celles que nous avons faites précédemment sur d'autres organismes inférieurs nous ont suggéré quelques réflexions sur le parallélisme entre l'ontogenèse de la fonction chlorophyllienne et sa phylogénèse.

Les organismes inférieurs incolores ne forment pas en général d'amidon dans leur protoplasme ; aussi ne saurait-on manquer d'être surpris de voir qu'à l'origine de chacun des groupes qui forment la base des Chlorophytes, il existe un Flagellé incolore produisant soit de l'amidon, soit, ce qui revient au même, du paramylon.

Pour le groupe principal, celui des Chlamydomonadi-

(1) Davis : The Spore-Mother-Cell of Anthoceros (*The Bot. Gaz.*, t. XXVIII, 1899, p. 95).

nées qui a donné naissance aux Métaphytes, nous trouvons le *Polytoma uvella* étudié dans un travail précédent; il en est de même pour les autres groupes secondaires : Cryptomonadinées, Péridiniens, Eugléniens. C'est ainsi que le *Chilomonas Paramœcium* précède immédiatement dans l'évolution les *Cryptomonas*. Nous avons montré d'autre part que le *Colpodella pugnax* qui renferme en abondance de l'amidon dans son protoplasme pourrait bien être l'ancêtre direct des Péridiniens (1); nous avons des raisons de croire que certains Péridiniens incolores, tels que le *Gymnodinium vorticella* forment de l'amidon sans l'intermédiaire de leucites. Enfin, les espèces du genre *Astasia*, qui sont à la base des Eugléniens, sont dépourvues de leucites et ne possèdent pas de chlorophylle; elles n'en forment pas moins, à l'intérieur du corps, des corpuscules nombreux de paramylon (2).

On est en droit de formuler cette première conclusion : *La formation de l'amidon ou du paramylon dans le cytoplasme a précédé la différenciation des leucites et l'apparition de la chlorophylle* au cours de l'évolution.

Une seule observation, celle de Fisch, peut être opposée à cette manière de voir : cet auteur a décrit en effet chez le *Chilomonas Paramœcium* des plastides ou amyloplastes, en relation avec les grains d'amidon; si le fait était exact, nous ne serions plus en droit de dire que l'amidon a précédé la différenciation des plastides; nous serions plutôt conduit à admettre que la présence de l'amidon est liée à l'existence de ces plastides.

Kunstler s'exprime de la façon suivante (3) : « Au point

(1) P.-A. Dangeard : L'organisation et le développement du Colpodella pugnax (*Le Botaniste*, 7e série, 1900).

(2) Klebs : Ueber die organisation einiger Flagellaten — Gruppen (*Unt. aus d. Bot. Inst. z. Tübingen*, Leipzig, 1881, Bd. I, p. 322).

(3) Kunstler : Recherches sur la morphologie des Flagellés (*Bullet. sc. de la France et de la Belgique*, 3e série, 2e année, t. XX).

de vue de la situation des grains d'amidon, Butschli, le premier, leur a figuré une disposition régulière. Dans son mémoire de 1868 il figure, chez le *Chilomonas*, une assise amylogène, régulièrement disposée autour du corps. Sous ce rapport, le travail plus récent de Fisch (1) lui est inférieur, cet auteur répartissant l'amidon dans le corps de la manière la plus irrégulière et la plus fantaisiste. Mais Fisch a vu, — et il a cru être le premier en cela, oubliant peut-être de lire l'auteur qu'il combattait, — que chaque grain d'amidon était entouré d'une pellicule protoplasmique plus épaisse d'un côté.

« Tout en réservant mes droits de priorité, je constaterai cependant que l'observation de Fisch, telle qu'il a su la présenter, est d'un haut intérêt et mérite d'attirer l'attention. Ces êtres, traités d'une certaine manière, colorés par l'iode, lui montraient, après dissociation de leur substance, les grains d'amidon bleuis, entourés par une mince couche jaunâtre de protoplasma, plus abondant en un point de la circonférence. Or, j'ai montré que, normalement, il existe une assise vacuolaire, plus ou moins régulière contenant ces grains.

« Il semble donc admissible que cette assise s'est dissociée régulièrement en corpuscules protoplasmiques, correspondant par leur nombre, leur structure et leur disposition aux mailles primitives de la couche décrite (2). »

Cette description est quelque peu obscure et, pour ma part, j'ignore si Kunstler admet l'existence de plastides comme Fisch. Senn, tout récemment, dans ses études sur les Flagellés (3), accepte l'opinion de Fisch, et il figure d'après cet auteur les amyloplastes du *Chilomonas Paramœcium*. L'importance du problème en discussion

(1) Fisch : Unters über einige Flagell. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 42, 1885).

(2) Kunstler : *Loc. cit.*, p. 445-446.

(3) Senn : Flagellata (*Die nat. Pflanzenfamilien, Leipzig*, 1900).

nous a engagé à faire de nouvelles observations sur cette espèce incolore; l'amidon se forme directement au sein du cytoplasme ; les grains sont souvent de grosseur très inégale ; sur les côtés du corps et à la partie antérieure, l'amidon ne se dépose que dans la couche pariétale : les granules sont disposés en une seule assise régulière ; à la partie postérieure du corps, les grains d'amidon s'étendent jusqu'au contact du noyau. Il n'existe aucune trace d'amyloplastes ; le cytoplasme qui renferme l'amidon a une structure vacuolaire et les mailles qui limitent les logettes ont une structure homogène. Si l'on voulait chercher ici l'équivalent des plastides, il faudrait se reporter au chloroleucite en cloche des *Chlamydomonas* : ce serait l'assise amylifère tout entière qu'il faudrait considérer comme un plastide unique.

Nous éprouvons quelque difficulté en considérant l'ensemble des végétaux à savoir si les choses se passent encore de la même façon au cours de l'ontogenèse d'une espèce déterminée. Il semble que, chez plusieurs algues tout au moins, les plastides sont devenus des formations permanentes de la cellule qui, dans les générations successives, proviennent toujours de la division d'éléments semblables préexistants (1). Cette continuité a été démontrée en particulier pour les Conjuguées (2) et les Chlamydomonadinées (3); Schimper a même étendu cette notion de la continuité des plastides à toutes les Chlorophytes ; selon lui, ces éléments ne prennent jamais naissance par nouvelle formation, c'est-à-dire par simple différenciation du protoplasma (4).

(1) Schmitz : Die Chromatophoren der Algen (*Verhandl. natur. hist. Ver. der pr. Rheinlande u. Westf.*, Bd. 40, 1883).

(2) Klebahn : Studien über Zygoten, I (*Jahrb. f. w. Bot.*, Bd. XXII).

(3) P.-A. Dangeard : Recherches sur les Chlamydomonadinées, *loc. cit.*, p. 261.

(4) Schimper : Uber der Entw. der Chl. und Farbk. (*Bot. Zeit.*, 1883.— Unters. über die Chlorophyllkorper (*Pringsheim's Jahrb*, 1885).

Cette notion de l'éternité des plastides est loin cependant d'être démontrée ; elle a été combattue par Godfrin (1) et Belzung (2) ; ce dernier auteur semble avoir donné d'excellentes raisons en faveur d'une formation nouvelle de plastides aux dépens du protoplasma ; malheureusement son opinion reste flottante : « Pour rechercher l'origine des plastides ou leucites dans la plante, il est nécessaire, dit-il, de remonter aux premiers stades du développement de l'embryon, mieux encore à l'œuf. Le germe des futurs corps chlorophylliens n'est alors représenté que par de simples vésicules, à contenu semifluide, incolore ou vert pâle, peu apparent, sans granulations autres que l'amidon et par suite difficile à mettre en évidence (Lin.); plus tard seulement, le substratum granuleux se constitue en même temps que la chlorophylle l'imprègne, ce qui fait de la vésicule première un corps chlorophyllien complet, bien distinct du protoplasma ambiant. »

Toutefois, il ne semble pas en être toujours ainsi chez les plantes phanérogames. Dans diverses espèces, Papilionacées, Pois, Lupin...., l'ébauche première des chloroleucites apparaît sous forme d'une simple vésicule, remplie de suc cellulaire et limitée par une paroi protoplasmique analogue à celle des mailles ordinaires du protoplasma fondamental.

Voici, par exemple, quels sont les stades du développement pour le Pois ou le Lupin. Dans le très jeune embryon, les vésicules destinées à être constituées ultérieurement à l'état d'autant de grains verts, reçoivent chacune préalablement un grain d'amidon qui peut s'accroître jusqu'à remplir complètement la maille protoplas-

(1) Godfrin : Anat. comparée des cotylédons (*Ann. sc. nat.*, 1884, t. XIX).

(2) Belzung : Recherches morphologiques et physiol. sur l'amidon, Thèse, Paris, 1887.

mique qui le contient. Plus tard, quand la graine entre dans la phase de maturation, une sorte de végétation centripète du protoplasma envahit la vacuole et donne lieu au substratum protéique du grain vert, lequel, peu à peu, s'imprègne de chlorophylle. Pendant cette genèse, le granule d'amidon se résorbe dans la mesure même où la masse verte s'accroît, jusqu'à disparaître entièrement : *l'amidon intervient donc comme matière première, dans la constitution des corps chlorophylliens ou chloroleucites* (1).

Malheureusement, Belzung ne se prononce pas sur le point important en discussion, celui de la permanence des leucites, car il ajoute : « Que l'on considère l'ébauche première des chloroleucites de la plante comme de simples vésicules protoplasmiques, ou déjà comme des plastides dont la portion vivante se réduirait à la pellicule périphérique, le développement précédent n'en montre pas moins qu'au nombre des principes générateurs des grains verts, figure un hydrate de carbone (2). »

Les observations de Davis permettent de supposer que, dans les *Anthoceros*, les chromatophores peuvent provenir d'une différenciation du protoplasma ; ce savant, en effet, n'a pas réussi à voir ces corps dans les cellules de l'*archesporium ;* on ne rencontre dans ces cellules qu'un cytoplasme granuleux contenant de petites vacuoles ; toutefois, Davis se réserve d'étudier à nouveau ce point spécial. Les cellules mères des spores ne montrent d'abord aucune trace des chromatophores ; la première preuve certaine de leur existence est fournie par la présence de grains d'amidon qui sont englobés dans une substance plus dure que le cytoplasme ordinaire (3).

Nous n'hésitons pas à penser que, fréquemment dans

(1) Belzung : Anatomie et physiologie végétales, Paris, 1900, p. 73-74.
(2) Belzung : *loc. cit.*, p. 74.
(3) Davis : *loc. cit.*, p. 91.

l'ontogenèse d'une espèce de cas, les chromatophores sont de nouvelle formation ; ils se comportent à cet égard comme les pyrénoïdes qui, suivant les cas, se multiplient par bipartition ou apparaissent par nouvelle formation (1); s'il en était autrement, il semble qu'avec les méthodes perfectionnées, appliquées dans ces dernières années à l'étude du sac embryonnaire, nous aurions des renseignements complets sur l'existence de ces éléments dans l'œuf et la façon dont ils se comportent lors des premiers cloisonnements de l'embryon.

Nous venons de voir que la différenciation des plastides est précédée dans la phyllogenèse d'une formation d'amidon ; les observations de Belzung et de Davis tendent à montrer qu'il en est de même dans l'ontogenèse : par conséquent, *les conditions de la différenciation des plastides sont sans doute encore aujourd'hui celles qui ont donné naissance à ces éléments au cours de l'évolution.*

Il est important de remarquer que la formation des grains d'amidon, dans ces espèces incolores, a une tendance à se produire à la périphérie de la cellule, alors que le protoplasma qui environne le noyau en est dépourvu; cette disposition est très nette dans le *Chilomonas Paramœcium*, où les granules d'amidon sont fréquemment disposés en une couche régulière sous la membrane; elle est très marquée également dans le *Polytoma uvella* dont la partie postérieure du corps ainsi que la partie antérieure sont souvent remplies d'amidon, alors que le centre de la cellule n'en montre aucune trace. Cela est dû, pensons-nous, aux différences qui existent dans le métabolisme cellulaire : le protoplasme, par le seul fait qu'il est plus ou moins éloigné du noyau, se trouve dans des conditions qui tendent à modifier sa structure et sa

(1) P.-A. Dangeard : Recherches sur les Chlamydomonadinées, *loc. cit.*, p. 191.

nature même ; le mouvement de cyclose, si fréquent dans la cellule, annule, il est vrai, le plus souvent les effets de l'éloignement; mais s'il n'existe pas, ou s'il est incomplet, le protoplasma périphérique arrive à différer sensiblement du protoplasme qui entoure le noyau : le dépôt d'amidon dans le protoplasma périphérique immobilise ce dernier et tend ainsi à le soustraire à l'action directe du noyau.

D'après cela, nous serions assez disposé à croire que la *différenciation des leucites a eu pour origine la formation d'amidon dans les points les plus éloignés du noyau ; la zone amylifère, devenue immobile, a acquis des propriétés différentes de celle du protoplasma ordinaire en contact d'échanges incessants avec le noyau.*

On pourrait, à l'appui de cette idée, invoquer un certain nombre d'observations; c'est ainsi que chez les *Cryptomonas*, les chloroleucites sont pariétaux ; ils occupent exactement la même situation que la zone amylogène dans le *Chilomonas Paramœcium*. D'autre part, la disposition des grains d'amidon dans le *Polytoma uvella* délimite des zones qui rappellent d'une manière frappante la conformation des diverses formes de chloroleucites rencontrées dans les Chlamydomonadinées. Enfin, nous avons vu que chez les Phanérogames les leucites naissent, selon Belzung, à la place occupée par un grain d'amidon ; les recherches de Davis permettent de supposer qu'il en est de même dans les cellules-mères des *Anthoceros*.

Si la formation de l'amidon et la différenciation des plastides ont précédé réellement l'apparition de la chlorophylle dans l'évolution, nous sommes en droit d'admettre que si les Champignons et les Métazoaires ne possèdent pas la fonction chlorophyllienne, *c'est parce que leurs ancêtres n'ont pas su mettre en dépôt dans leurs cellules l'amidon nécessaire à la production du pigment chlorophyllien.*

Belzung a bien signalé, il est vrai, l'existence d'amidon dans les cellules de l'ergot de seigle et dans celles du sclérote des Coprins, et il se demande pourquoi les tissus des champignons n'auraient pas la propriété de verdir dans des conditions déterminées (1); nous sommes de son avis.

Mais fût-il prouvé que la chose est impossible, qu'il n'y aurait pas lieu de s'en étonner; les *Polytoma* et les *Chilomonas* possèdent eux aussi de l'amidon; cependant il est peu probable qu'on puisse réussir à les colorer en vert, parce que nous ignorons le mécanisme de la synthèse qui, à un moment donné de l'évolution, a utilisé cet amidon pour la production de la chlorophylle; connaîtrions-nous la marche du phénomène, que nous serions peut-être encore impuissants à réaliser cette synthèse, car il y a loin encore de nos laboratoires à celui de la cellule.

Si maintenant nous considérons l'*origine* de l'amidon, nous pouvons actuellement distinguer deux cas, selon que l'espèce est *saprophyte* ou *parasite*. Ainsi le *Polytoma uvella* est, comme nous l'avons montré autrefois (2), une espèce saprophyte qui ne vit que de substances liquides ou gazeuses empruntées au milieu extérieur ; il exige, pour se développer, un milieu riche en matières organiques ; cette espèce trouve là tout le carbone organique qui lui est nécessaire pour la formation des grains d'amidon ; ceux-ci affectent le caractère d'une substance de réserve, d'un dépôt qui peut ensuite être repris par la cellule. Mais nous sommes en droit de penser qu'à l'origine le protoplasme incolore avait la faculté d'assimiler l'anhydride carbonique lui-même; la nitromonade a conservé cette propriété ; on peut, en effet, cultiver cette Bactériacée dans un milieu composé exclusivement de sels minéraux sans autre

(1) Belzung : Recherches morphologiques et physiologiques sur l'amidon, p. 115.

(2) P.-A. Dangeard : Recherches sur les algues inférieures, *loc. cit.*, 1888.

élément carboné que du carbonate de calcium; il est possible que d'autres espèces se comportent de la même façon.

Le second cas est celui du *Colpodella pugnax;* ce flagellé est parasite d'algues vertes renfermant de l'amidon; il ingère tout le contenu de l'algue; il n'a ainsi qu'à utiliser l'amidon d'origine étrangère pour en faire un élément de son propre organisme (1).

(1) P.-A. Dangeard : L'organisation et le développement du Colpodella pugnax (*Le Botaniste*, 7e série, février 1900).

Poitiers. — Société française d'Imprimerie et de Librairie.

8e SÉRIE. 10 Juin 1902.

LE BOTANISTE

DIRECTEUR : M. P.-A. DANGEARD

DOCTEUR ÈS SCIENCES, LAURÉAT DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DE POITIERS

3-6e FASCICULES

SOMMAIRE

PRIX DE L'ABONNEMENT A LA SÉRIE DE SIX FASCICULES

16 francs pour la France. — **18** francs pour l'Etranger

DIRECTION : **1, Rue Jules-Ferry, POITIERS**

PARIS
J.-B. BAILLIÈRE
Rue Hautefeuille, 19

LONDRES
DULAU & Cie
Soho Square, 37

BERLIN
FRIEDLANDER & SOHN
N. W. Carlstrasse, 11

RECHERCHES

SUR

LES EUGLÉNIENS

INTRODUCTION

Les naturalistes qui cherchent dans l'étude des Infusoires et des Algues soit un simple délassement, soit la solution des problèmes les plus complexes et les plus captivants de la biologie générale, rencontrent à chaque instant des Eugléniens ; ils ne sauraient se défendre d'accorder tout au moins un instant d'attention à ces organismes qui ont tout l'attrait du fruit défendu ; la controverse sur leur nature animale et végétale ne date pas d'hier, en effet, et elle dure toujours; il s'agit d'une bande de territoire contestée qui est l'objet d'un continuel litige entre deux pays voisins ; les médiateurs ont eu jusqu'ici peu de succès.

Les partisans de l'animalité des Eugléniens les montrent en pleine activité dans la goutte d'eau qui les renferme ; c'est une agitation extraordinaire ; on a l'impression d'une ruche en pleine miellée ; les individus se croisent et s'entre-croisent ; les uns filent avec la rapidité d'une flèche, d'autres se contractent et rampent comme des vers ; la plupart, nouveaux Cyclopes, ont, à l'avant, une sorte de

disque rouge qui leur sert, dit-on, d'œil unique. Mais la question du mouvement est devenue secondaire depuis que nous savons qu'il est impossible d'établir une distinction quelconque entre les déplacements qu'effectuent les Flagellés et ceux des zoospores d'Algues et des gamètes. La description si poétique et pourtant si exacte de Turpin sur la manière « dont on voit les *Gonium* se balancer avec grâce, pirouetter, se tourner en avant, en arrière, se ployer majestueusement ; comment ils forment une chaîne qui se promène en décrivant toutes sortes de figures, si bien qu'on croirait, dans une goutte d'eau animée par ces émeraudes étincelantes, assister à un bal magnifique, masqué et paré » ; cette description, disons-nous, n'a pas empêché que les *Gonium* soient classés d'une manière qui semble définitive dans les Algues.

Le point oculiforme lui-même est sans valeur à cet égard ; dès 1842, Kutzing signalait l'identité de la tache rouge antérieure qu'il venait de découvrir dans les gonidies de l'*Ulotrix zonata*, avec l'œil prétendu des Infusoires (1).

D'ailleurs, il est facile d'opposer une autre scène à la précédente lorsqu'il s'agit des Eugléniens ; ici, plus de mouvement, le repos, l'immobilité complète, absolue ; chaque cellule verte est entourée d'une gaine épaisse de gélatine à l'abri de laquelle elle se multiplie ; la végétation de ces colonies va se continuant ainsi fort longtemps, et sous cet état, il n'est pas un botaniste qui hésite à reconnaître une Algue.

En explorant cette zone neutre constituée par les Eugléniens, nous avons accordé une attention spéciale à un caractère qui permettra sans doute de fixer plus tard, avec exactitude, ses frontières naturelles si indécises aujourd'hui.

(1) Kutzing : *Ueber die Verwandlungen der Infusorien in niedere Algenformen*, 1844.

La valeur d'un caractère est en grande partie fonction de sa généralité ; c'est pour cela que l'autophagie sexuelle qui existe à partir des Chlamydomonadinées (1) et la karyokinèse qui débute chez les Amibes (2) ont dû jouer un rôle très important, prépondérant même, dans la différenciation organique : lorsqu'on arrive à constater leur absence dans un groupe, il y a bien des chances pour que ce dernier se termine en cul-de-sac ; c'est ce qui est arrivé pour un certain nombre de familles d'organismes inférieurs, et nous avons ainsi l'explication probable de leur isolement.

Lorsque Blochmann et Keuten eurent décrit la division du noyau chez l'*Euglena viridis* (3), ils ne songèrent qu'à en faire une modification peu importante de la karyokinèse ; en réalité, nous avons affaire à un mode de division particulier, caractéristique, auquel nous donnerons le nom d'*haplomitose* (mitose simple). *En démontrant que ce processus existe sans modifiation appréciable chez plusieurs genres et de nombreuses espèces, sans qu'il y ait eu une seule exception rencontrée, nous fournissons le moyen de tracer les limites exactes de la famille des Eugléniens et la possibilité de retrouver son origine parmi les autres Protistes ;* nous donnons au caractère tiré du mode de division nucléaire une *valeur en classification.*

Déjà, dans le domaine des Protozoaires, nous voyons qu'une des grandes subdivisions, celle des Infusoires ciliés, se différencie nettement des autres par la présence d'un macronucléus et d'un micronucléus à l'intérieur du corps ; en l'absence des cils vibratiles, remplacés par des tentacules, nous n'hésitons pas à classer cependant les

(1) P.-A. Dangeard : *Mémoire sur les Chlamydomonadinées* (Le Botaniste, 6e série, 1899).

(2) P.-A. Dangeard : *Etude de la karyokinèse chez l'Amœba hyalina* (Le Botaniste, 7e série, 1900, p. 49-87).

(3) Keuten : *Die Kerntheilung von Euglena viridis* (Zeitsch. f. wiss. Zool., Bd. 60, 1895, p. 215).

Acinétiens au voisinage des Ciliés, proprement dits, parce qu'ils possèdent également un macronucléus et un micronucléus. Si, malgré les efforts tentés en ce sens, nous ignorons encore la filiation directe des Ciliés, il est à présumer cependant que les indications fournies par la constitution des noyaux seront tôt ou tard utilisées, et que c'est avec leur aide que nous saurons si ces êtres dérivent directement des Rhizopodes ou s'ils se détachent des Flagellés, ce qui est plus probable ; mais, pour arriver à une certitude plus complète, il faudra soumettre à une investigation histologique des plus minutieuses les genres *Stephanomonas* Kent, *Trichonema* From., *Heteromastix* Clark., *Mitophora* Perty, qui semblent posséder à la fois des flagellums et des cils vibratiles (1) ; or, nous ne savons rien de leurs éléments nucléaires. Nous ignorons donc encore quand et comment se sont différenciés les Ciliés ; nous savons cependant que malgré leur organisation élevée, ils constituent un groupe fermé par en haut ; ils sont totalement étrangers à l'évolution des Métazoaires ; cela nous pouvons l'affirmer en nous appuyant, d'une part, sur la nature de leurs éléments nucléaires et, d'autre part, sur leur mode de reproduction sexuelle si particulier. Or, nous devons en dire autant des Eugléniens, parmi les Protophytes, avec cette différence que nous les connaissons moins. Actuellement, sous le nom d'*Euglenineæ*, on a rapproché un certain nombre de genres dont quelques-uns peut-être feront retour aux Monadinées, lorsqu'on les aura mieux étudiés ; c'est précisément dans une telle controverse qu'apparaît la valeur des raisons fournies par le mode de division nucléaire ; ressemble-t-il à celui des Euglènes : aucune hésitation possible ; est-ce au contraire une véritable karyokinèse, alors nous avons affaire à une famille diffé-

(1) G. Senn : *Flagellata in « Die Natürlichen Pflanzenfamilien von A. Engler und K. Prantl »*. Livraison 202-203, p. 146.

rente. Si, par surcroît, on arrivait à établir comment la division nucléaire des Eugléniens dérive de l'amitose, on aurait par là même obtenu sans aucun doute la filiation directe de la famille en question, exactement de la même façon qu'on arrivera à connaître l'origine des Ciliés, en recherchant à quel moment sont apparus les macronucléus et les micronucléus. Si, maintenant, nous avançons que le groupe des Eugléniens est fermé par le haut au même titre que celui des Ciliés, personne ne pourra, semble-t-il, opposer une objection sérieuse ; en effet, nous connaissons l'origine des Métaphytes avec certitude, surtout depuis que nous avons montré l'*origine* de l'autophagie sexuelle chez les Chlamydomonadinées et l'existence dans tous les genres de cette famille, de la karyokinèse ordinaire.

Ce qui est vrai des Eugléniens l'est sans doute aussi de plusieurs autres familles d'organismes inférieurs ; ainsi les observations que nous avons effectuées chez quelques espèces de Péridiniens incolores, jointes à celles de Lauterborn sur le *Ceratium hirundinella* (1) font prévoir que *là également le noyau se divise suivant un schéma unique, caractéristique du groupe ;* on ne saurait se dissimuler l'intérêt que pourront présenter des recherches d'histologie comparée entre les noyaux des Péridiniens, ceux des Chrysomonadinées et ceux des Diatomées !

(1) Lauterborn : *Kern und Zellteilung von Ceratium hirundinella* (Zeits. f. wiss. Zool., Bd. LIX, 1895, p. 167-190).

HISTORIQUE

Les Eugléniens ont presque toujours été étudiés jusqu'ici avec les Flagellés, et leur histoire est intimement liée à celle des Infusoires.

Le premier essai de classification des Infusoires, si nous négligeons les tentatives faites par Hill (1) et restées dans l'oubli, est dû à O.-F. Müller (2); il s'agissait de soumettre aux règles de la nomenclature linnéenne une foule d'organismes imparfaitement connus, à cause de l'imperfection des méthodes d'observations et des instruments d'optique dont on disposait alors. Il ne pouvait donc être question à ce moment de délimiter le groupe des Eugléniens ; le genre *Cercaria* de Muller renfermait à côté du *Cercaria viridis* et du *Cercaria pleuronectes* qui sont devenus respectivement l'*Euglena viridis* et le *Phacus pleuronectes*, des helminthes, plusieurs espèces de Rotateurs, quelques Infusoires symétriques, un Péridinien, etc.; la plupart des autres genres étaient à l'avenant, et on trouvait confondus avec les Infusoires des Navicules, des Anguillules, des propagules d'Algues. Malgré ces défauts inévitables, le travail de Muller réalisait un progrès considérable.

Les ouvrages d'Ehrenberg et particulièrement le grand mémoire publié en 1838 par ce savant (3) ont eu un retentissement considérable ; sans nous occuper ici d'apprécier l'œuvre dans son ensemble, nous constaterons que le groupe des Eugléniens tend à se dessiner au milieu des autres Infusoires ; Ehrenberg décrit avec une précision suffisante : *Euglena sanguinea*, *E. hyalina*, *E. de-*

(1) Hill : *Essay of natural history*, 1752.
(2) Muller : *Animalcula Infusoria fluviatilia et marina*, 1786.
(3) Ehrenberg : *Die Infusoriensth. als volkommene Organismen*. Leipzig, 1838.

ses, *E. viridis*, *E. spirogyra*, *E. acus;* nous devons encore signaler les espèces suivantes qui font actuellement partie du genre *Phacus* : *E. pyrum*, *E. pleuronectes*, *E. longicauda*, *E. triquetra* ; le genre *Trachelomonas* est moins bien partagé, car ses divers représentants sont disséminés dans les genres *Trachelomonas*, *Lagenella*, *Chætotyphla*, *Chætoglæna*, et ces deux derniers sont même placés parmi les *Peridinæa* !

Ehrenberg s'était fait une idée fausse de l'organisation des Infusoires : il leur attribua un système digestif avec une bouche, des estomacs, un intestin, un système reproducteur avec des testicules et des ovaires ; un système nerveux avec un cerveau ou tout au moins des ganglions ; sa classification se ressent de ces erreurs. Les Infusoires, considérés comme Polygastriques, sont divisés en *Anentera*, sans intestin, et *Enterodela*, pourvus d'intestin. Les *Anentera*, qui seuls nous intéressent ici, sont partagés en trois sections : la première comprend ceux qui sont sans pieds ou appendices ; ce sont les *Gymnica* ; la deuxième renferme ceux qui ont des pieds ou appendices variables ; ce sont les *Pseudopoda* ; la troisième contient ceux qui sont ciliés ou *Epitricha*.

Les *Gymnica* forment plusieurs familles : 1° les *Monadina* avec les genres *Monas*, *Uvella*, *Polytoma*, *Microglena*, *Phacelomonas*, *Glenomorum*, *Doxococcus*, *Chilomonas* et *Bodo* ; 2° les *Cryptomonadina* avec les genres *Cryptomonas*, *Ophidomonas*, *Prorocentrum*, *Lagenella*, *Cryptoglena* et *Trachelomonas* ; 3° les *Volvocina*, avec les genres *Gyges*, *Pandorina*, *Gonium*, *Syncrypta*, *Synura*, *Uroglena*, *Eudorina*, *Chlamydomonas*, *Sphærosira* et *Volvox* ; 4° les *Vibrionia* ; 5° les *Closterina* ; 6° les *Astasiæ* avec les genres *Astasia*, *Amblyophis*, *Euglena*, *Chlorogonium*, *Colacium* et *Distigma*, et enfin 7° les *Dinobryina* avec les genres *Epipyxis* et *Dinobryon*.

Les Pseudopoda nus constituent la famille des *Amœ-*

bæa, et ceux qui sont cuirassés sont des *Arcellina* ou des *Bacillaria*.

Les *Epitricha* nus comprennent la famille des *Cyclidina* et les cuirassés celle des *Peridinæa*.

Cette classification emprunte à l'appareil digestif les caractères de ses deux divisions principales, *Anentera* et *Enterodela* formant l'ensemble des Polygastriques ; bien qu'elle repose sur une base erronée, plusieurs de ses groupes sont parfaitement naturels ; les espèces sont décrites, pour la première fois, avec un luxe de détails et un souci de la synonymie qui étonnent ; aussi a-t-on pu écrire avec raison : « Tout ce qui a rapport à la bibliographie et la synonymie anciennes est fait avec un si grand soin dans l'ouvrage de M. Ehrenberg que, sauf de rares exceptions, il est parfaitement inutile que ses successeurs reviennent sur ce sujet (1). »

Dujardin apporta des modifications importantes aux théories d'Ehrenberg (2) ; il prouva que les Infusoires ne possèdent pas de véritable intestin ; il fit voir que les prétendus estomacs n'étaient autre chose que des vacuoles creusées dans une substance gélatineuse dont il décrit les propriétés et qu'il désigne sous le nom de *sarcode* devenu depuis synonyme de protoplasme.

Ce sont les caractères de l'appareil locomoteur qui servent dans la classification de Dujardin à délimiter les ordres.

Le premier ordre est destiné à contenir des animalcules chez lesquels on n'observe *aucun organe* spécial pour la locomotion, soit qu'il n'existe pas, soit que son extrême ténuité le dérobe encore à nos moyens d'investigation ; cet ordre renferme la famille des Vibrioniens.

Dans le second ordre, se trouvent réunis les organismes qui sont pourvus d'expansions variables formées par la

(1) Claparède et Lachmann : *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes*, Genève, 1868, p. 6.
(2) Dujardin : *Histoire naturelle des Zoophytes*, Paris, 1841.

substance même du corps, laquelle, par l'effet d'une force propre, s'allonge et s'étend au dehors en lobes, en filaments susceptibles par la rétraction de revenir plus ou moins promptement se fondre dans la masse : cet ordre renferme les Amibiens, les Rhizopodes et les Actinophryens.

Dans le troisième ordre, se voit toujours un *filament* flagelliforme simple ou multiple servant d'organe locomoteur et dont la présence est un caractère général et exclusif. Ce troisième ordre renferme les Monadiens, Volvociens, Dinobryens, Thécamonadiens, Eugléniens, Péridiniens. On voit apparaître ici pour la première fois la famille des Eugléniens avec les genres *Peranema*, *Astasia*, *Euglena*, etc. ; mais Dujardin, accordant trop d'importance à la présence d'une enveloppe résistante non contractile, place le genre *Trachelomonas* et le genre *Phacus* parmi ses Thécamonadiens. Ehrenberg, en réunissant les espèces de ce dernier genre aux Euglènes, avait eu un sens plus précis des affinités de ces êtres.

Les deux autres ordres IV et V sont destinés aux Infusoires ciliés.

Nous voyons que Dujardin éloigne des Infusoires les *Closterina* et les *Bacillaria* d'Ehrenberg, qui sont sans hésitation possible des végétaux ; en écartant de sa classification les Vibrioniens qui sont aussi des végétaux, les divisions qui restent sont celles que nous adoptons encore aujourd'hui dans l'étude des Infusoires ; le premier ordre est celui des Rhizopodes ; le second celui des Flagellés ; le troisième, formé par les ordres IV et V, celui des Ciliés.

C'est à ce titre que Dujardin a pu être considéré comme le père de la classification moderne des Infusoires « und insofern kann man Dujardin wohl den Vater der modernen Classification der Infusionsthiere nennen (1) ».

(1) Stein : *Der Organismus der Infusionsthiere*, III, Abth., I Halfte. Leipzig, 1878, p. 9.

Tandis qu'Ehrenberg désignait le flagellum des Infusoires sous le nom de trompe, Dujardin montrait que les expansions des Amibes et des Difflugies, tantôt plus courtes, tantôt plus effilées, et enfin tout à fait filiformes, simples comme dans le *Trinema*, ou ramifiées dans les Gromies et les Rhizopodes, offrent tous les passages jusqu'au long filament flagelliforme qui sert d'organe locomoteur aux Monades ; il avançait également que les cils vibratiles paraissent être de la même nature que ces divers filaments, opinion qui pouvait sembler audacieuse, alors qu'Ehrenberg avait attribué le mouvement des cils à des muscles basilaires.

En fondant ce groupe des Flagellés, pour les « animaux pourvus d'un ou plusieurs filaments flagelliformes servant d'organes locomoteurs », Dujardin ajoutait cette mention : « Sans bouche » ; c'était là une grave erreur qui n'avait de comparable que celle commise par Ehrenberg en attribuant des estomacs à tous ses *Anentera* ; l'imagination de ce dernier savant l'avait emporté trop loin ; en voulant réagir, Dujardin était amené à nier la nutrition animale des Flagellés ; il n'admet chez les Monadiens, par exemple, aucun autre mode de nutrition que l'absorption effectuée par toute la surface externe ou par les vacuoles ; pour expliquer l'ingestion des corps étrangers, observés par Ehrenberg sur plusieurs espèces, il arrive à raisonner de la manière suivante : « Des vacuoles ou cavités sphériques se creusent spontanément dans le corps des Monadiens près de la surface ; quelquefois, elles s'ouvrent au dehors, et, venant à se contracter, elles enferment les corps étrangers qui y sont entrés. C'est ainsi que sont venus à l'intérieur les divers objets que ces animaux paraissent avoir mangés et non par une bouche qui n'existe point (1). »

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 271.

En ce qui concerne la reproduction même des Flagellés, Dujardin n'avait pas été plus heureux, car, à propos des Monadiens, il exprime l'opinion suivante : « Quant au mode de propagation des Monadiens, que M. Ehrenberg dit avoir lieu par division spontanée transverse dans huit de ses genres, et suivant deux directions en croix dans son *Polytoma*, je dois avouer que je ne l'ai jamais vu bien nettement ; il me semblerait plus probable que la propagation a lieu comme pour les Amibes par l'abandon d'un lobe ou de l'extrémité d'une expansion (1). »

En somme, si Ehrenberg a trop souvent péché par excès d'imagination, Dujardin n'est pas à l'abri de toute critique ; quoi qu'il en soit, ces deux noms resteront intimement associés dans l'histoire des Infusoires.

Les botanistes avaient depuis longtemps rencontré des corpuscules reproducteurs mobiles chez les Algues. Mertens avait découvert, en 1805, des zoospores dans le *Draparnaldia plumosa* (2) : deux ans plus tard, Trentepohl (3) voyait le même phénomène se produire dans une Vaucherie ; Nees von Esenbeck (4), Treviranus (5), Bory de Saint-Vincent (6), Unger (7), Thuret (8), Meyen (9), Agardh (10) font des observations analogues sur diverses

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 277.
(2) Consulter : *Weber und Mohr's : Beiträge zur Naturkunde*, I, 1805, p. 345.
(3) Consulter : Roth's Botanisch. Bemerk. und Beobacht., 1807, p. 185.
(4) Nees von Esenbeck : *Die Algen des süssen Wassers nach ihrer Entwick.*, Bamberg, 1814.
(5) Treviranus : *Beiträge zur Pflanzenphys.* (Vermischte Schriften, 1814).
(6) Bory de Saint-Vincent : *Encyclopédie méthodique, Histoire natur.*, t. II.
(7) Unger : *Acten der Acad. der Naturforsch.*, vol. XIII.
(8) Thuret : *Recherches sur les organes locomoteurs des Algues* (Ann. sc. nat., 2e série, t. XIX, 1843).
(9) Meyen : Nov. Acta Acad. Caes. Leop. natur. curiosorum., vol. XIX, Pars 2.
(10) Agardh : Annales des sc. nat., 2e série, 1836.

Algues et Champignons. Nees von Esenbeck avait sans façon baptisé ces zoospores du nom d'Infusoires, prétendant même avoir reconnu des viscères à leur intérieur. Unger, qui avait porté son attention sur les zoogonidies du *Vaucheria clavata*, ne doute pas un seul instant du caractère animal de ces éléments, et, pour tout concilier, il admet que la zoogonidie, en germant, quitte la vie animale pour ressusciter dans la vie végétale (1). Fresenius se refuse à voir des animaux dans les zoospores d'Algues, mais il avoue qu'elles ne diffèrent par aucun caractère essentiel, soit dans le mode d'organisation du corps, soit en ce qui concerne les mouvements, de certains Infusoires d'Ehrenberg ; il arrive ainsi à conclure qu'il y aurait probablement lieu d'exclure ces infusoires de la série animale pour les reporter parmi les végétaux (2).

Les classificateurs vont se trouver désormais dans une situation fort embarrassante : comment distinguer parmi les organismes inférieurs l'animal du végétal ?

Siebold, dès l'année 1844, cherche à résoudre cette difficulté (3) ; il s'appuie sur la manière d'être du corps ; selon lui, le caractère qui sépare l'animal de la plante, c'est que l'un est un *organisme de forme invariable, alors que l'autre peut effectuer des contractions et émettre des expansions ;* il résulte de là que les Volvocinées doivent être retirées des Infusoires, au même titre que les Clostérinées et les Bacillariacées. Dans sa classification, Siebold divise les Infusoires en *Astoma* et *Stomatoda* ; ce dernier groupe, très naturel, correspond aux Infusoires ciliés, mais la désignation d'*Astoma* pour le second groupe indique que Siebold partageait l'erreur de Dujardin sur l'absence d'une bouche chez les Flagellés ; de

(1) Unger : *Die Pflanze im Moment der Thierwerdung.* Wien, 1843.
(2) Fresenius : *Zur Controverse über die Verwandl. von Infusorien in Algen*; Frankfurt-a-Mein, 1847.
(3) Siebold : *Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis*, Erlangæ, 1844.

plus, ce savant rapprochait à tort sous ce nom d'*Astoma* les Opalines des Astasiées et des Péridiniens. Dans un mémoire postérieur, ce même savant revient sur les affinités végétales des Volvocinées, qui sont, d'après lui, des Algues unicellulaires passant presque toute leur existence à l'état de zoospores (1).

Leuckart va beaucoup plus loin, puisqu'il n'hésite pas à ranger dans le règne végétal les Péridiniens et les Astasiées, y compris les Euglènes (2).

Cette même année 1852, Perty publiait son grand travail sur les organismes inférieurs (3) ; il essaie d'esquiver la difficulté en créant le groupe des *Phytozoïdia* (animaux-plantes), à côté du groupe des *Ciliata*, destiné à renfermer les Infusoires ciliés. Parmi les *Phytozoïdia*, Perty distingue une Ire section, celle des *Filigera*, avec les familles suivantes : *Peridinida*, *Cryptomonadina*, *Thecamonadina*, *Astasiæa*, *Monadina*, *Volvocina*, *Dinobryina*. Ls section II est celle des *Sporozoïdia*. La section III, des *Lampozoïdia*, contient la seule famille des *Vibrionida*.

Il est extrêmement curieux de voir Perty placer dans les *Sporozoïdia* les zoospores des Algues et des Champignons, qu'il s'agisse d'une Vauchérie, d'un *Cladophora*, d'un *Ulothrix* ou d'un *Achlya* ; à ce compte, les anthérozoïdes découverts récemment chez les Cycadées et les Conifères devraient prendre place dans la classification des Infusoires! Cette idée, malgré son originalité évidente, a pourtant un fonds de vérité, si l'on veut bien réfléchir que le règne végétal a évolué aux dépens des Flagellés et que la similitude d'organisation entre les gamètes et les Infusoires n'est autre chose qu'un rappel de la structure ancestrale (4).

(1) Siebold und Kolliker : Zeitschr. f, wiss. Zool., Bd. I, 1849.

(2) Bergmann und Leuckart : *Vergleichende Anatomie und Physiologie*, Stuttgart, 1852, p. 132.

(3) Perty : *Zur Kenntniss kleinster Lebensformen*, Bern, 1852.

(4) P.-A. Dangeard : *Etude comparative de la zoospore et du spermatozoïde* (Le Botaniste, 7e série, 1891).

Selon Perty, les Phytozoïdes sont dépourvus de bouche; ils ne peuvent donc se nourrir d'aliments solides, mais seulement des liquides qui les entourent ; cet auteur avait cependant observé la présence d'une Bacillariée dans le *Peranema protractum* et des filaments étrangers à l'intérieur de l'*Anisonema acinus* ; il avait même cru apercevoir un débris de fibre végétale chez une forme d'*Euglena viridis* (*Amblyophis viridis*) ; mais, comme Dujardin, il refuse de se rendre à l'évidence d'une digestion animale chez certains Flagellés. Ces exceptions sont si rares, dit-il, qu'elles ne prouvent nullement l'existence d'une bouche, ces corps étrangers ayant pu être introduits dans le corps par une action mécanique, une pression, ou bien englobés par la surface comme chez les Rhizopodes (1).

Perty décrit deux modes de reproduction, l'un par division, l'autre par *blasties* : l'existence d'une division longitudinale est signalée chez les Péridinidiens (*Ceratium hirundinella*), chez l'*Euglena acus*, l'*Euglena spirogyra* ; il a vu une division en croix dans le *Chlorogonium euchlorum* ; ce sont là des faits exacts que les observations ultérieures ont vérifiées. Il n'en est pas de même de la théorie des blasties ; ces prétendus germes se voient lorsqu'on écrase l'Infusoire ou qu'il se décompose ; ils persistent alors à titre de corpuscules indépendants qui ont pour fonction de multiplier l'espèce ; on voit par là à quelles suites d'erreurs Perty s'est laissé entraîner.

Un botaniste dont le nom est attaché aux plus grandes découvertes algologiques, Thuret, était loin de partager l'opinion de Siebold ; dans ses recherches sur les zoospores des Algues (2), il reconnaît que l'organisation de

(1) Perty : *Loc. cit.* p. 61.
(2) Thuret : *Recherches sur les zoospores des Algues* (Ann. scienc. natur., Bot., série III, vol. XIV, 1850.

ces éléments présente beaucoup d'analogie avec celle des Infusoires ; il insiste même sur la ressemblance très grande qui existe entre les corps reproducteurs des Conferves et le *Diselmis viridis* (*Chlamydomonas Pulvisculus* Ehr.) ; *le caractère distinctif propre aux zoospores est leur germination, c'est-à-dire leur extension, en un tissu semblable à celui de la plante mère.* Selon ce savant, les *Diselmis*, les *Gonium*, les *Pandorina*, les *Volvox*, le *Protococcus pluvialis*, les *Euglena*, les *Tetraspora*, etc., ont des caractères d'animalité trop prononcés et trop permanents pour qu'il soit possible de les rapporter au règne végétal ; il propose de les réunir, avec tous les autres Infusoires colorés en vert, en un même groupe sous le nom de *Chlorozoïdes*. Thuret ne se fait d'ailleurs aucune illusion sur la valeur du caractère emprunté au mode de germination des zoospores ; il reconnait lui-même qu'il ne saurait servir de base à une division entre les productions inférieures des deux règnes, car les végétaux qui occupent le dernier rang de la série des Algues (Nostochinées, Palmellacées, etc.), semblent n'avoir d'autre mode de reproduction qu'une division spontanée analogue à celle des animaux les plus simples. Quant à la contractilité invoquée par Siebold, elle ne saurait être considérée comme l'apanage exclusif du règne animal, puisqu'elle existe assez marquée dans les zoospores de *Vaucheria*, de *Saprolegnia* et du *Stigeoclonium protensum*. Du reste, Thuret admet que l'extrême analogie des animaux et des végétaux inférieurs ne permet pas de tracer une ligne de démarcation précise entre les deux branches du règne organique (1).

La plupart des botanistes se sont rangés cependant à la manière de voir de Siebold sur la nature végétale des Volvocinées et les remarquables mémoires publiés à cette

(1) Thuret : *Loc. cit.*, p. 250.

époque par Cohn (1), Braun (2) et Naegeli (3) sur les Algues ne pouvaient que fortifier cette opinion.

Naegeli, pour distinguer les Algues unicellulaires des Infusoires, propose de s'appuyer sur les remarques suivantes : 1° *la membrane des Algues est formée comme celle des autres végétaux par de la cellulose* ; 2° *à l'intérieur des cellules d'Algues, se trouve de la chlorophylle ou un pigment analogue* ; 3° *la présence d'amidon dans une cellule implique la nature végétale de cette cellule* ; 4° *les Algues unicellulaires ont une forme fixe, qu'elles ne peuvent modifier par contractilité.*

Malgré les critiques que chacun de ces caractères a pu faire naître, nous n'hésitons pas à dire que Naegeli a devancé son époque ; sa conception des différences entre une cellule végétale et une cellule animale était bien supérieure à toutes celles que nous aurons à enregistrer.

Pour comprendre la valeur de ces caractères, il ne faut pas les envisager en bloc ; ainsi, la cellulose a été rencontrée chez les animaux, dans le manteau des Ascidies, et, d'autre part, certaines zoospores sont dépourvues de membrane ; les Euglènes, dont le corps est très contractile, renferment de la chlorophylle, alors que le *Polytoma uvella*, qui est une espèce incolore, produit de l'amidon ; nous verrons à expliquer ces apparences d'anomalie lorsque nous aurons à prendre parti dans la question des affinités.

Schmarda enrichit la famille des Eugléniens de quelques espèces : dans un premier mémoire (4), on trouve la

(1) Cohn : *Nachträge z. Naturgesch. des Protococcus pluvialis* (Nov. Act. Ac. Leop., vol. XXII, 1850).

(2) A. Braun : *Betrach. über die Erscheinung der Verjungung in der Natur*, Leipzig, 1851, et *De Algis unicellularibus nonnullis novis vel minus cognitis*. Berlin, 1855.

(3) Naegeli : *Gattungen einzelliger Algen physiol. und syst. bearbeitet.* Zurich, 1849.

(4) Schmarda : *Kleine Beitr. zur. Naturg. der Infusorien.* Wien, 1846

description de l'*Astasia margaritifera* et de l'*Euglena oxyuris*, espèces nouvelles bien caractérisées; on ne saurait en dire autant de l'*Euglena chlorophœnicea*, qui, selon Stein, ressemble à l'*Euglena sanguinea* et de l'*Euglena ovum*, qui n'est autre chose que la forme contractée de l'*Euglena viridis*. Dans le second mémoire (1), nous notons le *Lagenella acuminata*, passé depuis dans le genre *Trachelomonas* et l'*Euglena pygmæa*, insuffisamment différenciée selon Stein de l'*Euglena viridis*.

D'un mémoire d'Eichwald, dont les diverses parties ont paru dans le *Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, en 1844, 1847, 1849, 1852, et qui sont consacrées à l'étude des Infusoires, nous ne retiendrons que l'*Euglena hispidula*, classée maintenant dans le genre *Phacus*.

Weisse s'est occupé spécialement de l'*Euglena viridis* et de son développement en culture, ce qui lui a permis d'observer des faits intéressants (2); au bout de quelques jours, les individus avaient perdu leurs mouvements, s'étaient arrondis en sphère; le corps, après s'être entouré d'une membrane, se divisait en deux; il s'agissait là de la division ordinaire. Après une quinzaine de jours, certains des kystes présentèrent des modifications remarquables : la chlorophylle disparaissait, le contenu devenait plus clair; l'auteur observa alors des formations endogènes qu'il ne sut interpréter; il lui fut impossible de décider si les jeunes embryons mis en liberté étaient de jeunes Euglènes ou des spermatozoïdes. En réalité, Weisse avait affaire à un parasite de la famillle des Chytridinées, auquel nous avons donné plus tard le nom de *Sphærita endogena* Dang. (3).

(1) Schmarda : *Neue Formen von Infusorien* (Denksch. der Wiener Acad. der Wiss., Bd. I, 1850).

(2) Weisse : *Ueber den Lebenslauf der Euglena* (Bull. phys. nat. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg, t. XII, 1854).

(3) P.-A. Dangeard : *Recherches sur les organismes inférieurs* (Ann. sc. nat., Bot., série VII, t. IV).

Focke n'est pas de ceux qui tendent à multiplier les espèces à l'infini (1) ; il a eu l'idée que l'influence des saisons et l'âge des individus avaient pour résultat de modifier la forme du corps de telle sorte que la même espèce se trouvait décrite plusieurs fois sous des noms différents ; cette hypothèse, juste en elle-même, a conduit ce savant à ne considérer l'*Amblyophis viridis*, l'*Euglena deses*, l'*Euglena acus*, l'*Euglena spirogyra* que comme de simples variétés de l'*Euglena viridis* ; c'était aller beaucoup trop loin. Focke a été plus heureux lorsqu'il a proposé le nom de *paramylon*, pour désigner la substance, voisine de l'amidon, qui se trouve à l'intérieur des Euglènes, sous la forme de corpuscules ou de bâtonnets ; il a reconnu également les stries en spirale de la cuticule.

Les travaux de Carter sur les Algues et les Infusoires sont nombreux : on y rencontre une foule d'erreurs à côté d'observations importantes : sous le nom d'*Euglena zonalis* et d'*Euglena fusiformis*, il a décrit deux formes qui doivent être rapportées sans doute au *Phacus ovum* (2) ; nous croyons inutile d'insister ici sur la théorie de cet auteur relative à la reproduction des Eugléniens ; ce savant a été induit en erreur, d'un côté, par les corpuscules de paramylon ; de l'autre, par les formations endogènes parasitaires (3). Carter sépare les Eugléniens des Astasiées ; *les premiers sont des plantes qui se nourrissent par endosmose*, un second caractère montre leur nature végétale, c'est la présence sur la membrane *de stries en spirale comme dans les trachées des faisceaux vasculaires*.

Claparède et Lachmann n'acceptent pas de placer les Eugléniens en dehors des Infusoires ; ils veulent même

(1) Focke : *Physiol. Studien*, Bremen, 1847.
(2) Carter : Ann. of Natur. Hist., série III, vol. III, 1859.
(3) Carter : *Notes on the Freshwater Infusoria of the Island of Bombay* (Ann. of nat. Hist., série II, vol. XVIII, vol. XX).

restituer au groupe des Flagellés les Volvocinées, que les botanistes étaient accoutumés déjà à regarder comme des Algues. Le critérium *de l'animalité consiste pour ces savants dans la présence d'une vacuole contractile*; la découverte de cet organe chez une foule de zoospores d'Algues a enlevé toute signification à ce caractère.

Claparède et Lachmann, qui sont des adversaires résolus de l'unicellularité des Infusoires, classent ces êtres en quatre ordres, d'après le tableau suivant (1) :

Infusoires	Pas de flagellum	Des cils ou cirrhes même à l'état adulte : pas de suçoirs.	Ordre I. *Ciliata.*
		Pas de cils à l'état adulte. Des suçoirs.	Ordre II. *Suctoria.*
	Un ou plusieurs flagellums	Outre le ou les flagellums, encore des cils.	Ordre III. *Cilioflagellata.*
		Pas de cils.	Ordre IV. *Flagellata.*

Les recherches nombreuses effectuées par ces deux savants s'étendent seulement aux trois premiers ordres : nous n'avons donc pas à nous en occuper spécialement ; contrairement à l'idée de Leuckart, qui plaçait les Péridiniens parmi les végétaux, ils se rangent, disent-ils, à l'opinion la plus généralement accréditée, c'est-à-dire à celle qui considère ces êtres comme des animaux (2).

Le nom de Cienkowski mérite une mention particulière: ce savant suit avec un soin scrupuleux l'*ensemble* du développement d'un être ; il établit la succession des diverses phases de la vie, nutrition, reproduction, enkystement, et si l'état de la technique histologique ne lui a pas permis de voir tous les détails d'organisation, il n'en est pas moins vrai que ses travaux peuvent être cités comme des modèles d'exactitude et de précision.

(1) Claparède et Lachmann : *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes*, Genève, 1868.
(2) Claparède et Lachmann : *Loc. cit.*, p. 392.

Dans un premier mémoire (1), Cienkowski nous fait connaître les Vampyrelles et les Monadinées zoosporées qu'il considère comme des animaux à cause de *leur mode de nutrition* ; dans deux autres mémoires, il étudie comparativement les *Euglena*, les *Cryptomonas*, les *Vacuolaria*, les *Colacium* et plusieurs Palmellacées ; il reconnaît à tous ces êtres des affinités végétales (2).

Stein, au contraire, cherche à rendre à l'orde des Flagellés son extension ancienne, en lui restituant non seulement les Eugléniens, les Cryptomonadiens, mais encore les Volvocinées et les Chlamydomonadinées (3).

Il groupe de la manière suivante les familles et les genres : 1° Monadina, comprenant les genres *Cercomonas*, *Monas*, *Goniomonas*, *Bodo*, *Phyllomitus*, *Tetramitus*, *Trepomonas*, *Trichomonas*, *Hexamita*, *Lophomonas*, *Platytheca*. — 2° Dendromonadina avec les genres *Dendromonas*, *Cephalothamnium*, *Antophysa*. — 3° Spongomonadina, comprenant les *Cladomonas*, *Rhipidodendron*, *Spongomonas* *Phalansterium*. — 4° Craspedomonadina, comprenant les *Codonosiga*, *Codonocladium*, *Codonodesmus*, *Salpingœca*. 5° Bikœcida, avec les deux genres *Bihoeca* et *Poteriodendron*. — 6° Dinobryina, renfermant les *Epipyxis*, *Dinobryon*. — 7° Chrysomonadina, avec les genres *Cœlomonas* *Raphidomonas*, *Microglena*, *Chrysomonas*, *Uroglena*, *Syncrypta*, *Synura*, *Hymenomonas*, *Stylochrysalis*, *Chrysopyxis*. — 8° Chlamydomonadina, contenant les *Polytoma*, *Chlamydomonas*, *Chlamydococcus*, *Phacotus*, *Coccomonas*, *Tetraselmis* et *Gonium*. — 9° Volvocina, avec les genres *Eudorina*, *Pandorina*, *Stephanosphæra*, *Volvox*. — 10° Hy-

(1) Cienkowski : *Beiträge zur Kenntniss der Monaden* (Archiv. f. mikrosk. Anat., Bd. I, 1865).

(2) Cienkowski : *Ueber einige chlorophyl. Glœocapsen* (Bot. Zeit., 1865). — *Ueber Palmellaceen und Flagellaten* (Archiv. f. mikrosk. Anat., Bd. VI, 1870).

(3) Stein : *Der Organismus der Infusionsthiere*, Abth. III, Heft I, Leipzig, 1878.

DROMORINA, comprenant les *Chlorogonium*, *Chlorangium*, *Pyramidomonas*, *Chloraster*, *Spondylomorum*. — 11° CRYPTOMONADINA, avec les genres *Chilomonas*, *Cryptomonas*, *Nephroselmis*. — 12° CHLOROPELTIDEA, dont les genres sont : *Cryptoglena*, *Chloropeltis*, *Phacus*. — 13° EUGLENIDA, avec les genres *Euglena*, *Colacium*, *Ascoglena*, *Trachelomonas*. — 14° ASTASIAÆ, dont les genres sont : *Eutreptia*, *Astasia*, *Heteronema*, *Zygoselmis*, *Peranema*. — 15° SCYTOMONADINA, renfermant les *Scytomonas*, *Petalomonas*, *Menoïdium*, *Atractonema*, *Phialonema*; *Sphenomonas*, *Tropidocyphus*, *Anisonema*, *Colponema*, *Entosiphon*.

Par le nombre des espèces étudiées, par la perfection des figures qui leur sont consacrées, l'ouvrage de Stein est un véritable monument élevé à la science ; il sera consulté au même titre que ceux d'Ehrenberg et de Dujardin ; comme dans ces derniers, on y rencontre d'ailleurs beaucoup de rapprochements inexacts et d'hypothèses erronées. C'est ainsi que ce savant a établi toute une théorie de la reproduction chez les Flagellés, d'après la présence de germes endogènes, qu'il faisait dériver du noyau ; ces formations ne sont autre chose, ainsi que nous l'avons démontré, que les sporanges d'un parasite appartenant à la famille des Chytridinées, le *Sphærita endogena* Dang. On pourrait également reprocher à Stein d'avoir trop négligé l'étude du développement ; ce savant a été ainsi conduit à décrire, chez beaucoup de Flagellés, comme un phénomène de conjugaison, ce qui n'était en réalité qu'un stade de division ; par contre, les détails d'organisation tels que le nombre et le mode d'insertion des flagellums, la position du noyau, la forme exacte du corps, les ornements de la membrane, sont indiqués avec une exactitude assez grande pour que la détermination des espèces devienne facile, même aux débutants.

Il faut regretter que la partie descriptive qui devait être ajoutée à ce grand ouvrage n'ait pas été publiée.

L'étude des Eugléniens n'avait fait, depuis Ehrenberg, que des progrès peu sensibles ; cette famille s'était augmentée simplement de quelques espèces et de quelques genres ; l'organisation générale restait mal connue. Cette lacune a été comblée par une monographie due à G. Klebs (1) ; ce savant s'attache à déterminer exactement la structure du corps ; il passe en revue les divers organes et indique leur manière d'être ; il nous fait connaître la forme des chloroleucites et leur position dans la cellule, alors qu'on ne possédait, en fait de renseignements à leur sujet, que des observations fort incomplètes de Schmitz (2). Le développement est aussi l'objet d'une attention spéciale ; l'auteur a fait de nombreuses récoltes et entrepris des cultures ; il sépare, ainsi que l'avait fait Ehrenberg, l'*Euglena viridis* de l'*Euglena sanguinea*, alors que Stein les réunissait ; il crée de nouvelles espèces, dont la plupart sont bien caractérisées : *Euglena variabilis*, *E. velata*, *E. pisciformis*, *E. gracilis*, etc. Quant aux affinités des Eugléniens, Klebs considère que ces organismes, malgré les points de rapprochements qu'ils présentent avec les Algues, sont mieux à leur place parmi les Flagellés, alors que les Péridiniens doivent être considérés comme des Thallophytes.

Klebs avait mis en doute l'exactitude des observations de Schmitz, qui établissaient une relation de continuité entre les rubans chlorophylliens de l'*Euglena viridis* et le pyrénoïde central. Schmitz, en réponse à cette critique, ne tarde pas à donner un travail très complet sur les chromatophores des Eugléniens (3) ; il avoue s'être trompé dans la détermination d'une espèce qu'il avait considérée

(1) G. Klebs : *Organisation einiger Flagellatengr. u. ihre Beziehungen zu Algen u. Infusorien* (Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen, Bd. I, Leipzig, 1881-1885).

(2) Schmitz : *Die Chromatophoren der Algen*, Bonn., 1883.

(3) Schmitz : *Beiträge zur Kenntnis d. Chromatophoren* (Pringsh Jahrb., Bd. XV, 1884).

comme l'*Euglena oxyuris* et qu'il assimile maintenant à l'*Euglena geniculata* Dujard. L'impression qui se dégage de ce mémoire est que Schmitz sait parfaitement établir la structure des chromatophores ; mais qu'il est beaucoup moins familiarisé avec la connaissance des espèces ; on ne saurait dire avec certitude si ses nouvelles créations : *Euglena obtusa*, *E. oblonga*, *E. mutabilis*, etc., ont quelque valeur au point de vue systématique.

C'est à ce moment que se placent nos premières recherches sur les *Cryptomonadinæ* et les *Euglenæ*. Kunstler venait de décrire, chez le *Cryptomonas ovata*, un estomac, un intestin, une chambre incubatrice, des embryons, etc. (1); nous commençons par montrer qu'il n'existe rien de pareil dans ce genre, et après une étude du développement dans les *Cryptomonas*, *Phacus* et *Trachelomonas*, nous concluons à la nature végétale de ces êtres (2). Plus tard, Kunstler, tout en reconnaissant ses erreurs, ayant formulé des appréciations défavorables sur nos observations (3), nous reprenons à nouveau l'étude des *Cryptomonas* et, entre autres faits nouveaux intéressants, nous signalons la présence d'un véritable pyrénoïde dans le *Cryptomonas erosa* et dans le *Cryptomonas cyanea*, sp. nov. (4).

Stokes avait publié, en 1884, une liste d'Eugléniens dans laquelle étaient signalées un assez grand nombre d'espèces nouvelles appartenant principalement au genre *Trachelomonas* (5) ; après examen du mémoire en question, il nous semble que toutes ces espèces sont insuffisam-

(1) Kunstler: *Contribution à l'étude des Flagellés* (Bulletin de la Société zoolog. de France, 1882).

(2) P.-A. Dangeard : *Recherches sur les Cryptomonadinæ et les Euglenæ* (Le Botaniste, 1re série, 1888).

(3) Kunstler: *Recherches sur la morphologie des Flagellés* (Bull. sc. de la France et de la Belgique, 1889).

(4) P.-A. Dangeard: *Contribut. à l'étude des organismes inférieurs*, chapitre V (Le Botaniste, 2e série, p. 46).

(5) Stockes : *A Preliminary contribution toward a history of the Fresh-Water Inf. of the U. S.* (Journal Trenton nat. hist. Soc., 1888).

ment caractérisées ; il sera probablement difficile d'en tenir compte en classification.

Au moment où Klebs écrivait sa monographie, l'histologie végétale était encore dans l'enfance ; du moins, on ne songeait pas encore à suivre chez les organismes inférieurs les détails de structure du noyau et son mode de division ; les choses ont bien marché depuis, et maintenant on s'efforce un peu partout de combler cette lacune.

La famille des Eugléniens offre à ce sujet un intérêt tout particulier : tandis que la karyokinèse se présente avec des caractères normaux chez les Chlamydomonadinées et les Volvocinées (1), la division nucléaire offre des caractères tout différents dans le genre *Euglena* ; les recherches de Blochmann (2) et celles plus complètes de son élève, Jacob Keuten (3) ne laissent aucun doute à cet égard.

Le noyau de l'*Euglena viridis* présente, au moment de la division, un corpuscule central, désigné par Keuten sous le nom de nucléo-centrosome ; il est entouré par des bâtonnets chromatiques inclus dans un nucléoplasme homogène ; le nucléole s'allonge et atteint, par ses extrémités, la surface nucléaire ; à ce moment, les chromosomes qui, au début, rayonnaient autour du corpuscule central, ont modifié leur position et ils sont devenus parallèles à l'axe nucléaire ; ils se divisent longitudinalement. Le nucléole s'allonge, se renflant aux deux extrémités de l'axe et s'amincissant de plus en plus au milieu ; les chromosomes, avec le nucléoplasme qui les renferme, se séparent en deux moitiés qui se groupent autour des deux renflements nucléolaires reconstituant les deux nouveaux noyaux.

(1) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.* et *Observations, sur le développement du Pandorina morum* (Le Botaniste, 7e série, 1900, p. 192).

(2) Blochmann : *Uber die Kerntheilung bei Euglena* (Biol. Centralbl., Bd. XIV, n° 3, 1894).

(3) Jacob Keuten : *Die Kerntheilung von Euglena viridis* (Zeitschrift f. wiss. Zoll., Bd. 60, 1895, p. 215).

Devait-on considérer ce mode de division du noyau comme une simple anomalie particulière à l'*Euglena viridis*, ou bien est-ce un caractère commun à tous les genres et à toutes les espèces du groupe? Dans ce dernier cas, on conçoit toute l'importance qu'il présente dans la délimitation du groupe et dans la recherche de ses origines. Ce sont ces raisons qui nous ont engagé à entreprendre ce travail long et ingrat qui consiste à rechercher et à suivre les phases de la division nucléaire chez un grand nombre d'espèces, alors qu'il est déjà assez difficile de le faire pour une seule. Heureusement, nous avons réussi, tout en poursuivant ce but déterminé, à mieux faire connaître l'organisation des Eugléniens et les modifications qu'elle subit dans le développement; peut-être notre travail fournira-t-il, à son tour, comme celui de Klebs, une base solide pour les recherches ultérieures. On ne saurait croire combien est difficile la distinction des diverses Euglènes; c'est ce qui explique les erreurs si souvent commises; Klebs lui-même a été obligé d'établir un certain nombre de types auxquels il a rattaché des espèces et des variétés; la notion de l'espèce est peut-être encore plus obscure ici que partout ailleurs; l'*Euglena viridis* en particulier est entourée d'une foule de formes; des cultures pures, ayant pour départ un individu unique, et continuées fort longtemps, pourront seules établir leur valeur en tant que races, simples variétés ou espèces distinctes; il est néanmoins très utile déjà de les fixer par des caractères certains qui permettront de les reconnaître.

Hans Zumstein a fait, tout récemment, des cultures de l'*Euglena gracilis* Kl. en divers milieux, s'attachant à noter les modifications de structure produites par les différences de nutrition; nous parlerons plus longuement de ce travail, à propos des méthodes de culture.

Un essai de ce genre avait déjà été entrepris par

Khawkine (1), il y a quelques années ; on trouve dans ce travail, à côté d'opinions discutables ou erronées, de très bonnes expériences sur la biologie générale des Euglènes et des Astasies. Les extraits de viande n'ont pas réussi dans les cultures d'*Astasia ocellata* ; par contre, les hydrates de carbone, joints à une certaine quantité d'aliments minéraux donnent d'excellents résultats ; aux colloïdes et aux solutions, l'auteur ajoute 1 0/0 de sels de Knopp ; la formation des grains de paramylon dépend de la présence dans le liquide ambiant des hydrates de carbone et aussi des gaz dissous et de la température ; quant au processus de leur disparition, les détails qui s'y rattachent prouvent d'une manière décisive qu'on doit considérer les granules comme un approvisionnement. Khawkine, à la suite de ses cultures sur l'*Euglena viridis*, admet que les Euglènes ont la propriété de prendre de la nourriture organique ; mais il pense qu'elles le font seulement au besoin, c'est-à-dire *dans l'obscurité*, quand il leur manque une autre nourriture ; l'utilité de la nutrition saprophytique était manifeste dans une de ses cultures avec bouillon de pommes de terre ; si ce bouillon était filtré, c'est-à-dire débarrassé de son amidon et de son albumine, le développement des Euglènes n'avait plus la même vigueur que dans le bouillon non filtré.

MÉTHODES D'OBSERVATION

On doit, pour un travail de ce genre, se préoccuper tout d'abord de réunir des matériaux d'études convenables. Il est donc utile de savoir comment on peut se procurer les Eugléniens, quel est leur habitat préféré, com-

(1) Khawkine : *Recherches biologiques sur l'Astasia ocellata* n. sp. et l'*Euglena viridis* Ehr. (Annales des sc. natur., Zoologie, série VI, t. XIX, p. 1 ; série VII, t. I, p. 319).

ment on peut les maintenir en culture un certain temps ; nous verrons ensuite quelle est la manière la plus simple et la plus commode de les fixer et de les colorer.

A) *Récolte.* — La plupart des espèces et des genres de cette famille vivent dans les eaux chargées de matières organiques en décomposition : il n'est pas une cour de ferme dans laquelle on ne puisse récolter l'*Euglena viridis* ; les ornières des routes mal entretenues contiennent parfois en abondance les *Phacus* et les *Trachelomonas* ; les fossés près des habitations, les mares à bestiaux renferment souvent plusieurs espèces différentes, sans parler des Chlamydomonadinées qui peuvent s'y trouver mélangées ; mais tandis que la présence de ces dernières algues n'implique pas nécessairement une eau impure, celle des Eugléniens est une indication presque certaine d'une contamination quelconque. Cette propriété rend compte de certaines anomalies apparentes ; ainsi, pour ne prendre qu'un exemple, il existe au Jardin des Plantes de Poitiers deux bassins ; l'un ne renferme que quelques algues vertes et jaunes, Spirogyres et Diatomées ; le second est, pendant presque toute l'année, recouvert d'une pellicule verte formée par diverses Euglènes, en particulier l'*Euglena sanguinea.* Or, cette différence dans la flore des deux bassins tient à ce que le premier est alimenté uniquement par l'eau de la ville, alors que le second reçoit la décharge d'un petit égout du voisinage (1). On peut en général faire une récolte fructueuse en explorant les petits bassins que les horticulteurs ont l'habitude de ménager en grand nombre dans leurs jardins et dans leurs pépinières ; il ne faut pas craindre de râcler les parois et de détacher l'enduit vert qui les recouvre ; ces croûtes transportées au laboratoire fourniront parfois de bonnes

(1) Cet état de chose défectueux pour un jardin public vient d'être heureusement modifié.

espèces ; il est utile également de mettre en flacon la boue verte qui se trouve dans les fossés ou sur les routes ; en ajoutant un peu d'eau, on verra bientôt les Euglènes se dégager et venir en masse à la surface de l'eau du flacon et sur les bords.

Lorsque nous désirons récolter certaines plantes phanérogames, il nous faut aller dans leurs stations préférées ; telle qui est rare se maintient au même endroit depuis de nombreuses années, et elle disparaît au delà d'un espace restreint. Bien que les conditions de la vie ne soient pas exactement les mêmes chez les organismes inférieurs, on observe cependant une assez grande fixité dans l'habitat, tant que les conditions générales de ce dernier ne sont pas modifiées ; pour étudier à nouveau une espèce déjà récoltée, nous retournons aux endroits où elle a été rencontrée une première fois, et il est rare que nous ne l'y retrouvions pas.

Les Euglènes sont quelquefois en si grand nombre dans les mares qu'elles forment à la surface une pellicule verte plus ou moins épaisse qui se plisse sous l'action du vent ; cette abondance tient à deux causes : 1° à un brusque réveil des individus enkystés qui se trouvaient au fond de l'eau, ou des colonies palmelloïdes qui végétaient sur les bords ; 2° à la puissance de multiplication de l'espèce ; dans les conditions les plus favorables, il se produit une bipartition de chaque individu en vingt-quatre heures ; nous devons ajouter que cette vitalité extraordinaire qui permet à un organisme de doubler chaque jour la quantité de sa substance constituante, ne se maintient pas indéfiniment ; elle est fonction du milieu ; celui-ci s'épuise ou devient d'une façon quelconque impropre au développement ; dans les cultures en cellule humide, nous avons vu des individus d'*Euglena deses* rester plus d'un mois sans subir aucune division.

Si nous nous demandons pourquoi les Eugléniens

préfèrent les eaux souillées par les urines, les excréments ou les déjections de toutes sortes, les débris végétaux et animaux, alors que la plupart des Algues vertes habitent les sources, les ruisseaux et les rivières, nous en trouvons la raison dans des différences du mode de nutrition. Les Chlorophytes effectuent leur nutrition totale au moyen de la *nutrition holophytique* et de la *nutrition superficielle*; la première atteint chez beaucoup d'Algues une prédominance telle qu'elles peuvent vivre dans un milieu d'une très grande pureté, comme l'eau de pluie ou l'eau de source ; si la nutrition superficielle, au contraire, l'emporte, il est nécessaire que le milieu renferme en plus ou moins grande quantité des substances organiques assimilables ; nous en arrivons ainsi, par une diminution suivie d'une disparition complète de la fonction chlorophyllienne, à la nutrition exclusivement saprophytique des espèces incolores. Ces espèces incolores représentent les ancêtres du groupe ; c'est ainsi qu'à la base des Chlamydomonadinées, nous trouvons le *Polytoma uvella* ; à la base des Cryptomonadinées, le *Chilomonas Paramœcium* ; il en est de même à l'origine de la famille des Eugléniens où les formes vertes ont été précédées par des espèces incolores comme les *Astasia* ; mais ce qu'il y a de remarquable ici, c'est que les formes vertes d'Euglènes peuvent encore, semble-t-il, perdre leur chlorophylle et revenir à l'état ancestral, caractérisé par la seule nutrition saprophytique ; si le milieu nutritif est modifié, la nutrition holophytique apparaît à nouveau ; nous voyons là un sujet de recherches fort intéressant, à condition de savoir allier la connaissance des procédés de culture usités en bactériologie à une habitude suffisante des recherches histologiques.

B) *Méthodes de culture.* — Pour les cultures ordinaires, il suffit de vider ses flacons au retour de l'excursion dans des assiettes creuses ou des soucoupes que l'on recouvre

d'une lame de verre afin d'éviter une évaporation trop rapide ; sans cette précaution, les individus se groupent du côté de la lumière et se fixent sur les parois où ils se dessèchent, lorsque le niveau de l'eau diminue. En remplaçant au fur et à mesure le liquide qui disparaît par une égale quantité d'eau de pluie, on arrive à conserver pendant plusieurs mois certaines espèces, ce qui est suffisant pour étudier leur structure et les divers stades du développement. Il est utile d'établir parallèlement une série de cultures en chambre humide ; elles permettent de mieux saisir la physionomie des individus, les modifications de forme qui se produisent et la nature des mouvements, mais il ne faut pas trop compter sur ces cultures pour l'étude du développement, si nous en croyons notre propre expérience ; les divisions y sont rares, et c'est ainsi que pour l'*Euglena deses*, l'*Euglena velata*, etc., nous avons conservé en chambre humide, pendant un mois environ, des individus qui n'ont à aucun moment présenté trace d'une division quelconque ; les uns étaient devenus immobiles, alors que quelques autres conservaient leur activité ; quelques rares bipartitions se sont montrées plus tard ; l'*Euglena viridis* s'accommode mieux de ce milieu, et elle fournit plus ou moins vite un certain nombre de cellules en division et de kystes.

Pour l'étude de l'organisation et du développement, ces deux sortes de culture suffisent ; lorsqu'il s'agit de la division du noyau, il est même souvent préférable de fixer les individus peu de temps après la récolte ; nous avons obtenu de bons résultats en procédant à cette opération, le soir même de l'excursion, assez tard, ou le lendemain matin de très bonne heure ; c'est en effet pendant la nuit que se produit la division.

Pour cette fixation, nous employons l'alcool absolu de préférence ou le liquide de Flemming : il suffit de promener une lamelle de verre à la surface du flacon et de

la plonger dans le liquide fixateur ; on enlève ainsi la mince pellicule verte, contenant les Euglènes, qui s'est formée après quelques heures de repos à la surface de l'eau ; pour les espèces qui se divisent à l'état de repos, on décante soigneusement les assiettes ou les soucoupes qui contiennent les récoltes ; il reste au fond une sorte de mucus vert que l'on recouvre d'alcool absolu ; c'est ainsi que nous avons réussi à observer la division des *Phacus* et des *Trachelomonas*.

Les faits consignés dans notre mémoire prouvent *que dans les conditions précédentes, il est possible de reconnaître les espèces, d'établir leur structure, de suivre les détails de leur division.*

Mais cela fait, si l'on veut suivre les modifications dont une espèce est susceptible, il faudra, pour être complet, réaliser des cultures nombreuses, avec des *milieux nutritifs* artificiels, en utilisant les résultats obtenus par Hans Zumstein (1). Celui-ci a étudié l'*Euglena gracilis* Klebs dans les milieux les plus variés, et il a noté soigneusement leur influence sur le développement de l'espèce.

Les milieux nutritifs peuvent être liquides ou solides ; parmi les premiers, on peut distinguer les solutions inorganiques comme celle de Knopp, qui se compose de :

4 P : $(AzO^3)^2 Ca$
1 P : $PO^4 H^2 K$
1 P : $SO^4 Mg + 7 H^2O$
1 P : $AzO^3 K$

au lieu de $(AzO^3)^2$ Ca, on peut mettre $PO^4 H Na^2 + 12 H^2O$.

Les solutions organiques susceptibles d'être employées sont fort nombreuses : on les établit avec *peptone* 1-10 0/0, asparagine 1-2 0/0, divers hydrates de carbone : dextrose,

(1) Zumstein : Zur Morph. u. Phys. d. *Euglena gracilis* (Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. 34. 1900, p. 149).

lévulose, maltose, sucre de canne, raffinose, etc. ; il est à remarquer que l'addition d'acide citrique ou son emploi seul en solution à 1-2 0/0 permet d'obtenir des cultures dépourvues de Bactéries. Certaines solutions de composition plus complexe, comme celle que l'on obtient en faisant bouillir un ou deux pois dans 100 c. d'eau, sont favorables au développement des Euglènes; on peut encore utiliser l'extrait de viande, les décoctions de tourbe, de pommes de terre, de crottin, etc., sans compter les jus de fruits.

Les milieux solides sont constitués avec de la gélatine à 5-20 0/0 ou de l'agar-agar à 1 0/0, seuls ou imprégnés de peptone ou de jus de fruits.

Les conclusions générales fort intéressantes du travail de Zumstein sont les suivantes :

1° L'*Euglena gracilis* peut vivre avec une nutrition purement autotrophe ou hétérotrophe. Ceci est considéré comme une preuve qu'il n'existe aucune limite tranchée entre le genre *Euglena* et le genre *Astasia*.

Il est bon de savoir que la nutrition *hétérotrophe*, au sens de Pfeffer, correspond à la nutrition *saprophytique*, et la nutrition *autotrophe*, à la nutrition *holophytique* accompagnée par une absorption d'aliments inorganiques; la nutrition *mixotrophe* est une nutrition hémisaprophytique comprenant une absorption d'aliments organiques et l'assimilation chlorophyllienne.

2° En l'absence de lumière, les chromatophores prennent la forme de petits leucoplastes ; à la lumière, ils se présentent comme de gros chloroleucites ; l'Euglène dans le premier cas, est incolore ; dans le second cas, elle est colorée en vert.

3° Les formes incolores deviennent vertes à la lumière ; la nutrition hétérotrophe fait place à la nutrition mixotrophe ou autotrophe.

4° Les formes incolores peuvent être obtenues aux dépens des individus verts de deux façons différentes :

a) Dans les solutions organiques en l'absence de lumière ;

b) A la lumière dans les mêmes milieux très riches en substances organiques ;

5° L'*Euglena gracilis* supporte une proportion assez élevée d'acides libres ; cette propriété est utilisée avec succès pour obtenir des cultures dépourvues de Bactéries ;

6° La division se produit à l'état libre dans les solutions : elle a lieu sous une membrane commune dans les milieux solides.

Hans Zumstein constate que, dans les individus incolores, les chloroleucites se transforment en leucoplastes, et il en tire cette conclusion qu'il n'existe aucune différence entre le genre *Euglena* et le genre *Astasia* : pour justifier cette conclusion, il aurait fallu démontrer que les leucoplastes des Euglènes peuvent disparaître complètement et naître ensuite par nouvelle formation, ou bien prouver que les *Astasia* possèdent des leucoplastes, susceptibles de devenir des chloroleucites.

C) *Coloration.* — Il nous suffit de rappeler les méthodes que nous avons employées dans nos recherches sur les Chlamydomonadinées ; elles s'appliquent avec autant de succès à la technique histologique des Eugléniens.

Nous prenons, (avec une simple pipette), les dépôts accumulés au fond des flacons après la fixation et nous les transportons dans un verre de montre, où ils sont soumis à l'action des réactifs colorants ; nous jugeons inutile l'inclusion dans la paraffine et la méthode des coupes en série, lorsqu'il s'agit de cellules comme celles-ci, qui laissent facilement pénétrer les réactifs colorants.

a) La méthode qui nous a fourni les meilleurs résultats surtout pour la distinction du protoplasma et du chloroleucite, consiste dans l'action successive du picro-carmin et de l'hématoxyline, mais il est plus commode et sou-

vent aussi plus avantageux de verser dans la cuvette deux ou trois gouttes de picro-carmin de Weigert et d'ajouter aussitôt quelques cristaux d'hématoxyline ; il y a grand avantage à employer des degrés variables de coloration.

b) Dans une solution aqueuse de fuchsine acide, on place quelques cristaux d'hématoxyline ; si la coloration est bien réussie, l'axe nucléolaire se voit avec la plus grande netteté, ainsi d'ailleurs que les chromosomes qui l'entourent et qui sont englobés dans le nucléoplasme.

On peut remplacer avec succès la fuchsine acide par l'orange B.

c) Une double coloration avec le picro-carmin et le bleu de Lœffler différencie nettement le protoplasme et les chloroleucites.

d) Comme il est quelquefois assez difficile de savoir si les chloroleucites sont dépourvus de pyrénoïdes ou s'ils en possèdent, nous recommandons une forte coloration à la fuchsine acide ; la préparation est traitée ensuite par une solution faible d'acide picrique ; cette dernière manipulation se fait sur la lamelle, et les cellules peuvent être examinées dans la glycérine étendue ; les pyrénoïdes se colorent en beau rouge.

La rubine S et la coccicine peuvent être également employées pour colorer les pyrénoïdes.

Ajoutons que, dans la plupart des cas, on réussit à voir tous les détails de structure d'une Euglène avec une bonne coloration à l'hématoxyline ; il suffit de mettre quelques cristaux de cette substance dans le verre de montre qui contient les objets fixés.

La grande difficulté qu'éprouvent les débutants qui veulent examiner leurs préparations dans le baume de Canada, c'est la déshydratation ; en effet, il faut beaucoup d'habitude avec des cellules aussi petites pour ne pas les perdre pendant les décantations que l'on est obligé de

faire avant d'arriver à l'alcool absolu ; très souvent, il arrive qu'en versant ensuite l'essence de girofle, un nuage se produit qui indique l'insuffisance de la déshydratation ; tout est à recommencer. On arrive parfois cependant à sauver sa préparation en reprenant par l'alcool absolu les objets à examiner.

Nous ne donnons ici, bien entendu, que des indications générales qui ne peuvent dispenser de recourir aux traités spéciaux d'histologie ; rien ne vaut, d'ailleurs, la pratique du laboratoire sous la direction d'un maître expérimenté.

Remarque importante. — Dans la division du noyau chez les Eugléniens, nous avons reconnu l'existence d'un cordon nucléaire ou *spirème* dont les *replis* se présentent sous forme de granulations, de bâtonnet ou de filaments enchevêtrés ; nous désignerons ces replis sous le nom de *chromospires* (*χρῶμα*, couleur et σπεῖρα, repli. Keuten les a considérées à tort comme des *chromosomes ;* il n'existe de chromosomes véritables qu'après la rupture des deux moitiés de spirème vers la fin de la division nucléaire.

PREMIÈRE PARTIE

Les Eugléniens comprennent trois familles d'importance inégale : *Euglenæ*, *Astasiæ*, *Peranemæ*.

Les *Peranemæ* possèdent encore la nutrition animale ; les *Astasiæ* ont une nutrition purement saprophytique ; enfin, les *Euglenæ* ont acquis la nutrition holophytique avec tous les caractères végétaux qui l'accompagnent ordinairement.

I. **EUGLENÆ**

Les *Euglenæ* renferment les genres *Euglena*, *Eutreptia*, *Colacium*, *Ascoglena*, *Phacus*, *Cryptoglena*, *Trachelomonas*.

GENRE EUGLENA *Ehrbg.*

Le genre *Euglena* a été créé par Ehrenberg pour le *Cercaria viridis* de Müller ; il comprenait à la fois des espèces ayant le corps contractile et d'autres espèces munies d'une carapace. Dujardin a institué pour ces dernières le genre *Phacus*, et il a donné du genre *Euglena* la diagnose suivante (1) :

« An. ordinairement colorés en vert ou en rouge, de forme très variable, le plus souvent oblongs et fusiformes ou renflés au milieu pendant la vie, contractés en boule

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 358.

dans le repos ou après la mort; avec un filament flagelliforme partant d'une entaille en avant, et un ou plusieurs points rouges ou irréguliers vers l'extrémité antérieure. »

Cette délimitation du genre a été conservée par Klebs; mais ce savant a groupé les espèces autour d'un certain nombre de types : *Euglena viridis*, *Euglena deses*, *Euglena oxyuris*, *Euglena spirogyra*, *Euglena acus*.

Nous avons essayé, de notre côté, d'établir plusieurs groupements d'après la forme des chloroleucites, la présence ou l'absence de pyrénoïdes. C'est probablement en cherchant de ce côté qu'on arrivera à se rapprocher d'une classification naturelle, tout en facilitant la détermination des espèces, si difficile aujourd'hui.

On peut d'abord établir deux grandes divisions, selon que les chloroleucites ont la forme de rubans ou de bâtonnets plus ou moins longs (A) ou sont, au contraire, arrondis disciformes (B). Cette distinction n'a d'ailleurs rien d'absolu, car nous verrons que chez certaines espèces le chloroleucite en bâtonnet tend à s'élargir en disque, alors que chez d'autres le chloroleucite disciforme tend à prendre la forme d'un ruban élargi; cette constatation montre simplement que les espèces passent de l'une à l'autre par des transitions presque insensibles et défient souvent nos tentatives de classification.

Section A des Euglena.

Cette première section comprend toutes les espèces qui possèdent des chloroleucites en forme de rubans ou de bâtonnets plus ou moins longs; quelquefois, comme dans l'*Euglena viridis*, ces rubans peuvent se ramifier ou se fragmenter; le plus souvent, ils sont simples, leur direction générale est parallèle à l'axe du corps; mais si la cellule s'arrondit en sphère, ils ont une tendance à prendre une position perpendiculaire à la surface (*Euglena sanguinea*);

ces chloroleucites sont parfois munis, en leur milieu, d'un pyrénoïde ; mais, assez souvent, il n'existe aucune adhérence entre ces deux éléments.

Nous distinguerons dans cette section deux types : celui de l'*Euglena viridis* et celui de l'*Euglena sanguinea.*

1° *Groupe de l'Euglena viridis.*

On peut grouper sous ce titre un certain nombre d'espèces qui, tout en ayant des rapports étroits de parenté avec l'*Euglena viridis*, présentent cependant des différences sensibles avec cette espèce : ces différences sont-elles l'expression de simples races ou variétés ? Dans quelle mesure sont-elles fixées ? Peut-on les considérer comme ayant une valeur nettement spécifique ? C'est une question à laquelle il serait prématuré de répondre d'une façon trop affirmative.

Il existe un moyen, dans le cas spécial qui nous occupe, de résoudre la difficulté : c'est d'établir des cultures pures à partir d'un individu unique et de les suivre pendant une longue période, dans les milieux les plus variés. Ce travail ne pourra manquer de présenter le plus grand intérêt, mais il était en dehors de notre programme de recherches : nous devions nous contenter d'en avoir montré l'utilité et favorisé l'exécution.

1° *Euglena viridis* Ehrbg.

Cette espèce est sans doute la plus commune ; on la trouve dans toutes les fosses à purin, dans les mares à bestiaux, dans les ornières qui avoisinent les fermes ; partout, en un mot, où l'eau est chargée d'urine et de matières organiques diverses ; de plus, son développement est toujours abondant, et il n'est pas rare de la trouver seule ou à peu près, ce qui permet de l'étudier plus facilement.

Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, que cette

espèce ait frappé l'attention des observateurs dès le debut des recherches microscopiques ; nous la trouvons déjà suffisamment caractérisée par Müller sous le nom de *Cercaria viridis*; Ehrenberg en fait le type du genre *Euglena*; Carter découvre la vacuole pulsatile; Stein y trouve une sorte d'œsophage; Schmitz décrit les chloroleucites.

Ehrenberg distinguait nettement l'*Euglena sanguinea* de l'*Euglena viridis* avec les diagnoses suivantes : EUGLENA SANGUINEA : *Euglène sanglante à corps étendu, oblong, cylindrique ou en forme de fuseau, à tête très arrondie, à queue courte, conique, presque aiguë, la trompe surpassant la longueur, le corps étendu, couleur d'abord verte, puis rouge de sang* (1). EUGLENA VIRIDIS : *Euglène verte s'étendant en forme de fuseau, à tête amincie, courte, fendue au bout, à queue courte, conique (point fendue)*; *couleur verte, hyaline aux deux bouts.*

Cette distinction n'a point été admise par Stein qui figure l'*Euglena sanguinea* comme une simple variété de l'*Euglena viridis* (2) ; de son côté, Khawkine ne croit pas à l'autonomie de l'*Euglena sanguinea* (3).

Klebs revient aux idées d'Ehrenberg, et il sépare à nouveau ces deux espèces en indiquant, mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, les caractères auxquels on peut les distinguer (4); c'est ainsi que l'*Euglena sanguinea* est plus grosse que l'*Euglena viridis*; sa membrane est striée d'une façon plus apparente, et elle ne se dissout pas dans l'acide acétique; le cytoplasme se fait remarquer par une grande réfringence; les chloroleucites ont une toute autre disposition que dans l'*Euglena viridis*. Chez cette dernière espèce, Klebs a décrit deux variétés : la variété β *oliva-*

(1) Ehrenberg : *Loc. cit.*, p. 105.
(2) Stein : *Loc. cit.*, pl. XX, fig. 19.
(3) Khawkine : *Loc. cit.*, p. 330.
(4) Klebs : *Loc. cit.*, p. 298-300.

cea, qui se distingue de la forme ordinaire par ses dimensions plus grandes, par la couleur de ses chloroleucites et leur tendance à se séparer en fragments à contour anguleux ou disciformes ; la variété γ *hyalina* est complètement dépourvue de chlorophylle ; elle possède un point oculiforme souvent rudimentaire.

La variété β *olivacea* Kl. est élevée par Schmitz au rang d'espèce, avec cette remarque que les chloroleucites peuvent être d'une belle couleur verte (1).

La variété γ *hyalina* Kl. appartient peut-être au genre *Astasia* ; Klebs ignore d'ailleurs s'il s'agit d'une espèce ou d'une variété ; elle se trouvait mélangée aux deux autres formes et elle affectionne particulièrement les eaux les plus chargées de substances organiques ; le point oculiforme, très gros et rouge chez certains individus, était jaunâtre chez d'autres et disparaissait complètement chez quelques-uns.

Nous avons récolté l'*Euglena viridis* dans de nombreuses stations, aux environs de Poitiers, dans la Sarthe, aux bords de la mer, etc.; ses caractères spécifiques sont les suivants (T. fig. 1) : corps ovale ou fusiforme fréquemment terminé en pointe : membrane striée en spirale ; flagellum de la longueur du corps ; point oculiforme très apparent ; chloroleucites en rubans simples ou ramifiés rayonnant autour d'un gros pyrénoïde central ; celui-ci est entouré de grains de paramylon plus ou moins gros ; à la partie postérieure du corps, espace incolore occupé par le noyau. La métabolie offre des degrés variables selon les cultures : elle consiste en un raccourcissement du corps, suivi d'une extension ; certains individus conservent parfois assez longtemps la forme d'une toupie. La division a lieu sous la forme sphérique et à l'intérieur d'une enveloppe mince ou d'un kyste sphérique à membrane épaisse et jaunâtre.

(1) Schmitz : *Beitrage zur kennt. der Chromatoph.*, *loc. cit.*, p. 32.

Des divergences de vue se sont produites entre Klebs et Schmitz au sujet de la constitution de l'appareil chlorophyllien dans cette espèce. Schmitz attribue à l'*Euglena viridis* un chloroleucite étoilé possédant au centre un pyrénoïde (1). Klebs admet bien qu'au milieu de l'amas central de paramylon, il existe une masse plus dense de cytoplasme ; cependant il la considère non comme un pyrénoïde, mais seulement comme une différenciation du plasma destiné à former le paramylon (2) : de plus, ce corpuscule n'aurait aucune relation avec les cordons chlorophylliens ; ceux-ci seraient indépendants. L'exactitude de cette interprétation serait démontrée, d'après Klebs, par l'étude de la variété β *olivacea* de l'*Euglena viridis* dans laquelle les cordons chlorophylliens se divisent en fragments qui peuvent prendre la forme discoïde. Schmitz, dans son second mémoire, maintient sa première opinion (3) : le chloroleucite de l'*Euglena viridis*, de forme étoilée, est en relation directe avec un pyrénoïde central.

Nous avons d'abord essayé de résoudre cette première difficulté qui n'aurait jamais été soulevée si l'on avait eu une idée suffisante des modifications nombreuses que peut subir l'appareil chlorophyllien dans les espèces du type de l'*Euglena viridis* et de l'*Euglena sanguinea*.

Les faits avancés par Schmitz sont exacts en ce qui concerne l'*Euglena viridis* elle-même ; mais la vérification en est plus ou moins aisée selon les individus. Les relations du pyrénoïde avec les rubans chlorophylliens sont très nettes dans la fig. 1, E ; le pyrénoïde est recouvert de deux ou trois grains aplatis de paramylon qui lui forment calotte : sa substance *se continue* avec celle d'un cordon ramifié, le seul visible dans cet individu. Ordinairement, le pyrénoïde est beaucoup plus gros ; les ramifications qui

(1) Schmitz : *Die Chromatophoren der Algen*, Bonn, 1883.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 265.
(3) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 6-9.

partent sont nombreuses et s'étendent en rayonnant jusqu'aux deux extrémités du corps (T. fig. 1, A) ; des grains de paramylon entourent le pyrénoïde et forment un amas central qui masque la continuité de l'appareil chlorophyllien ; quelquefois même tout le corps est envahi par de gros grains ovoïdes de paramylon (T. fig. 1, B) au milieu desquels il devient presque impossible de suivre, sur le vivant, les rapports des divers rubans entre eux. En employant la fuchsine acide, on arrive le plus souvent à mettre en évidence la structure étoilée du chromatophore (T. fig. 1, D).

Nous avons constaté, sur plusieurs récoltes, que le développement peut se poursuivre pendant plusieurs semaines et même plusieurs mois, sans qu'il y ait de modifications sensibles dans la structure du pyrénoïde et ses relations avec les rubans chlorophylliens ; dans d'autres récoltes, au contraire, les rubans sont devenus indépendants et le pyrénoïde s'est fragmenté en nombreux éléments.

Dans le premier cas, aucun doute ne peut exister : il s'agit de l'espèce qui doit conserver le nom d'*Euglena viridis* ; dans le second, on doit se demander s'il s'agit d'une variété, d'une forme ou d'une espèce distincte ; comme nous l'avons dit déjà, des cultures à partir d'un individu unique permettront sans doute de fixer ce point controversé.

Le noyau, chez l'*Euglena viridis*, occupe la partie postérieure du corps ; sa place est indiquée sur les individus vivants par un large espace incolore ; après l'action des réactifs, on aperçoit un nucléole central et une quarantaine de granulations chromatiques irrégulières dispersés dans le nucléoplasme.

Il est facile d'observer la division de cette espèce ; en effet, au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, on trouve déjà dans les cultures de nombreux individus en

divisions; les cellules, après avoir cessé leurs mouvements, s'arrondissent; elles se recouvrent d'une enveloppe mucilagineuse que l'hématoxyline et la fuchsine acide mettent en évidence; le pyrénoïde, presque central, est très gros; il est recouvert de paramylon; il a une forme



Fig. 1. — Euglena viridis.

anguleuse; le noyau, situé au-dessous du pyrénoïde, est volumineux et ses chromosomes sont très apparents.

La division débute par le pyrénoïde qui s'allonge transversalement et s'étrangle en son milieu (T. fig. 1, F, G); le noyau se divise à son tour; le nucléole s'étire perpendiculairement à l'axe de la cellule; les chromospires se placent parallèlement au nucléole et se rompent en leur milieu

pour constituer les noyaux frères (T. fig. 1, I); ceux-ci paraissent contenir une trentaine de chromosomes et peut-être davantage. Keuten n'a pu fixer, même approximativement, le nombre des chromosomes, à cause de leur petitesse; par contre, il a signalé pour ces éléments une division longitudinale qui n'existe pas.

Une cloison de séparation isole chaque cellule fille (T. fig. 1, H); le noyau et les pyrénoïdes occupent déjà la position qu'ils auront dans la cellule à l'état de repos. Une période d'activité peut succéder directement à la bipartition; les Euglènes effectuent des mouvements de rotation à l'intérieur de l'enveloppe commune qui finit par se dissoudre; en général, cependant, les divisions à l'état de repos se continuent plus ou moins longtemps. Parfois, il y a enkystement; la cellule exactement sphérique s'entoure d'une épaisse coque colorée en jaune brun; ces kystes subissent des bipartitions comme les cellules ordinaires (T. fig. 1, J, K).

Bien que la division ait lieu le plus souvent, dans cette espèce, en dehors de la période d'activité et sous la forme arrondie, il est toujours facile de constater que cette division est longitudinale; il suffit, pour cela, d'établir la position réciproque du noyau et du pyrénoïde (T. fig. 1, II).

Le noyau à l'état de repos ne laisse pas voir ses chromospires; le nucléoplasme se colore uniformément et paraît sensiblement homogène; son diamètre est aussi plus petit qu'à la prophase ou à la métaphase; nous ne pouvons rien préciser en ce qui concerne la manière d'être des rubans chlorophylliens pendant la bipartition de la cellule.

2° *Euglena viridis*, v^té *olivacea* Klebs.

Cette variété présente avec l'*Euglena viridis* des affinités incontestables; à un moment donné du développement, elles possèdent toutes les deux la même structure générale, mais tandis que chez l'une cette structure se con-

serve sans changement appréciable au moins assez longtemps, chez l'autre, les transformations sont nombreuses et variées ; au moment où l'*Euglena olivacea* subit ces modifications de structure, elle est facile à distinguer de l'*Euglena viridis* : en dehors de cela, la distinction est par contre à peu près impossible.

Klebs a rencontré cette Euglène dans les eaux riches en matières organiques, dans les mares à fumiers, dans les résidus s'écoulant des brasseries, etc. ; il l'a considérée comme une simple variété de l'*Euglena viridis*, se faisant remarquer par des dimensions plus grandes que dans le type et par sa couleur « braunliches olivengrün ». Ce savant a remarqué, en outre, que les bandes chlorophylliennes paraissent indépendantes du pyrénoïde, et que, chez de nombreux individus, elles se divisent en fragments irréguliers anguleux ou irréguliers discoïdes (1).

Schmitz a étudié plus longuement cette forme qu'il élève au rang d'espèce en la décrivant de la manière suivante (2) : Le corps est allongé « spindelformig », arrondi à l'avant, aminci en pointe à l'arrière : la membrane est mince et faiblement striée en spirale ; le flagellum est de la longueur du corps ou un peu plus long : le point oculiforme est très développé. Le noyau est postérieur. Les chromatophores sont nombreux, pariétaux, très irrégulièrement étoilés, avec un petit pyrénoïde au centre ; de celui-ci se détachent des prolongements de longueur inégale entiers ou fragmentés ; ils sont quelquefois au nombre de 5-3 ; souvent il n'en existe qu'un ou deux. Les pyrénoïdes sont rudimentaires et nus ; la couleur des chromatophores est « hellgelblich-olivengrün ». Longueur 68 μ, larg. 14 μ.

Il existe une très grande différence entre la description de Klebs et celle de Schmitz; le premier ne parle que d'un

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 298.
(2) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 32.

seul « paramylonkorner » comme dans l'*Euglena viridis*, mais avec des chloroleucites indépendants. Schmitz, au contraire, dit que les chromatophores sont nombreux, pariétaux, irrégulièrement étoilés, et qu'au centre de chacun d'eux se trouve un petit pyrénoïde ; ces pyrénoïdes sont plus ou moins gros, arrondis ou allongés; ils sont pauvres en substance et mal délimités du reste du chromatophore. En résumé, Schmitz considère chacun des chromatophores comme une forme réduite et asymétrique du chloroleucite étoilé de l'*Euglena viridis* ; il ne peut toutefois affirmer que tous les rubans chlorophylliens sont en relation avec un pyrénoïde, bien qu'il penche pour l'affirmative ; il n'a pas vu, toujours et partout, un contact entre les disques chlorophylliens et un pyrénoïde; mais d'un autre côté, il n'a pas réussi davantage à isoler un de ces disques « als selbstandige pyrenoidfreie Chromatophoren » avec certitude (1).

Les observations de Schmitz, plus complètes que celles de Klebs, ont toutefois le grave défaut de masquer les affinités réelles de l'*Euglena violacea* ; il n'a pas reconnu l'origine des nombreux chromatophores avec pyrénoïdes dont il a constaté l'existence; il n'a pas vu que cette structure avait pour point de départ un chromatophore étoilé unique, identique à celui de l'*Euglena viridis*.

Nous avons recueilli plusieurs fois cette variété aux environs de Poitiers ; la couleur n'a rien de caractéristique ; elle est d'un vert plus ou moins teinté de jaune ; la forme générale est celle de l'*Euglena viridis* avec des dimensions plus grandes ; la longueur atteint 80 μ, sur une largeur de 16 μ.

La partie postérieure du corps s'allonge en une pointe incolore, quelquefois recourbée, ce qui fait penser à l'*Euglena geniculata* de Dujardin. La diagnose de Dujardin

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 35.

est beaucoup trop incomplète cependant pour qu'on puisse en tirer parti, comme on peut en juger par la citation suivante : *Euglena geniculata* Duj. : Corps allongé, cylindrique, flexible, mais peu contractile, à mouvements lents, avec une queue amincie, articulée en angle ou géniculée ; vert. Longueur de 0,125 à 0,150. — J'ai observé, « ajoute Dujardin, plusieurs fois, dans l'eau de Seine ou dans l'eau des étangs des environs de Paris, cette grande espèce d'Euglène remarquable par sa forme allongée, par son diamètre presque égal dans toute sa longueur, sans renflement comme dans la précédente, et par sa queue articulée et susceptible de se fixer en s'agglutinant à la plaque de verre (1) ». Schmitz a cru devoir identifier l'espèce de Dujardin à une Euglène, voisine de l'*Euglena viridis*, mais possédant deux pyrénoïdes (2) ; il n'y a pas lieu, par suite, de s'attarder davantage à vouloir établir une synonymie douteuse.

Beaucoup d'individus semblent posséder un chloroleucite identique à celui de l'*Euglena viridis* ; on voit, en effet, un certain nombre de rubans verts qui rayonnent autour d'un large espace central incolore (T. fig. 2, A) ; cette structure est celle qui doit servir de point de départ dans l'étude de cette espèce.

Ces Euglènes placées en chambre humide peuvent modifier leur forme et se déplacer après avoir pris l'aspect d'une toupie (T. fig. 2, C), ce qui est un nouveau trait de ressemblance avec l'*Euglena viridis*. Toutefois, il est facile de remarquer certaines différences : les cellules n'ont pas toutes leurs chloroleucites disposés en rayonnant autour d'un centre ; les rubans sont parfois dispersés d'une façon quelconque ou placés parallèlement à l'axe ; dans ce cas, le noyau n'est plus situé à la partie postérieure du corps ; il tend à occuper une position médiane ; de

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 32.
(2) Schmitz : *Loc. cit.*, p. 12, pl. fig. 11.

plus, il est facile alors de constater l'indépendance des chloroleucites (T. fig., B, D).

Si nous examinons à quoi tiennent ces différences d'aspect, voici ce que nous constatons ; lorsque les chloroleucites rayonnent autour d'un centre, nous ne trouvons que rarement un seul pyrénoïde, comme dans l'*Euglena viridis* ; ce pyrénoïde s'est ordinairement fragmenté en deux ou trois corpuscules, quelquefois davantage ; ils sont de grosseur différente, arrondis ou irréguliers ; à leur contact existe parfois des grains distincts de paramylon ; d'autres sont nus ; les chloroleucites ont une de leurs extrémités dirigée vers ces pyrénoïdes, mais l'adhérence n'existe pas nécessairement. C'est à ce moment que le noyau tend à occuper une position médiane (T. fig. 2, D) ; les pyrénoïdes augmentent en nombre par bipartition, et ils se placent autour du noyau à quelque distance ; leur nombre varie : beaucoup de cellules en renferment de 5 à 7 ; d'autres en contiennent plus d'une douzaine ; ils sont entremêlés avec les chloroleucites ; ceux-ci sont fragmentés en courts bâtonnets ou en disques.

Les cellules, dans cette variété, passent facilement à l'état de repos (T. fig. 2, F), elles s'arrondissent sous une mince enveloppe ; on retrouve, à leur intérieur tous les stades de fragmentation du pyrénoïde ; nous avons représenté (T. fig. 2, G, H, I, J) ceux qui nous ont paru les plus intéressants ; le noyau finit par être entouré d'une dizaine de corpuscules arrondis colorables par la fuchsine acide.

Cette Euglène forme, comme l'*Euglena viridis*, des kystes sphériques à membrane épaisse et jaunâtre ; nous avons pu constater qu'à l'intérieur de ces kystes, le pyrénoïde est fragmenté comme aux autres stades du développement (T. fig. 2, K).

Dans cette variété, le point oculiforme est très développé ;

le flagellum ne dépasse guère la longueur du corps ; il est inséré au fond d'une échancrure latérale sur une sorte de tache qui se colore par les réactifs nucléaires



Fig. 2. — *Euglena viridis*, variété *violacea*.

(T. fig. 2, E) ; un canal de plus petit diamètre part de cette échancrure ; on peut le suivre assez loin, jusqu'au niveau de la vacuole principale. Nous avons pu observer, à l'aide de la fuchsine acide et de l'acide picrique, une colo-

ration rouge de la cuticule, des parois du canal et même de la vacuole principale.

Dans ces préparations à la fuchsine acide, on rencontre des individus dont les chromatophores discoïdes ont une structure finement granuleuse ; d'autres ne laissent voir que les pyrénoïdes fortement colorés en rouge et de structure homogène ; ce réactif permet aussi de différencier dans le corps des Euglènes un réseau à mailles irrégulières de cytoplasme granuleux.

En résumé, cette variété se distingue de l'*Euglena viridis* par ses dimensions plus grandes, par l'indépendance fréquente des chloroleucites et surtout par la fragmentation du pyrénoïde ; ces propriétés des chloroleucites et des pyrénoïdes servent à établir des transitions entre l'*Euglena viridis* et des espèces qui, à première vue, en paraissent très différentes, telles que l'*Euglena sanguinea*, l'*Euglena velata*, etc.

Nous avons cultivé cette Euglène pendant plusieurs mois ; elle s'est multipliée activement ; les cellules immobiles avaient conservé leur point oculiforme ; les chloroleucites étaient nombreux en rubans courts ou en disques plus ou moins aplatis ; sur quelques individus, les chloroleucites en rubans tendaient à s'orienter, en rayonnant autour d'un centre. Nous avons fait, de temps à autre, l'examen histologique ; les pyrénoïdes nombreux, arrondis ou irréguliers, ont fini par disparaître à la surface de la cellule (1) ; ils ont été remplacés par un pyrénoïde unique, central, ayant un volume considérable (T. fig. 3, A, B) ; tout autour une couronne épaisse de gros grains de paramylon ; la substance du pyrénoïde ne se colore plus que faiblement ; sa structure est d'apparence homogène (T. fig. 3, D) ; quelquefois cependant on distingue dans la masse des parties filamenteuses entremêlées plus chroma-

(1) *Dans ce cas, les chloroleucites discoïdes montraient une électivité plus grande pour les réactifs.*

tiques. Ce pyrénoïde, dans beaucoup de cellules, a la forme d'une grosse sphère ; les gros grains de paramylon en bâtonnets sont disposés en couronne épaisse dans le sens des rayons ; à l'intérieur d'autres cellules, la masse du pyrénoïde est allongée perpendiculairement à l'axe, et sa surface présente une série de concavités logeant les corpuscules de paramylon.

Le noyau est repoussé au contact de la paroi ; il est fréquemment allongé en biscuit ; sa structure ne présente rien de particulier (T. fig. 3, C, D).

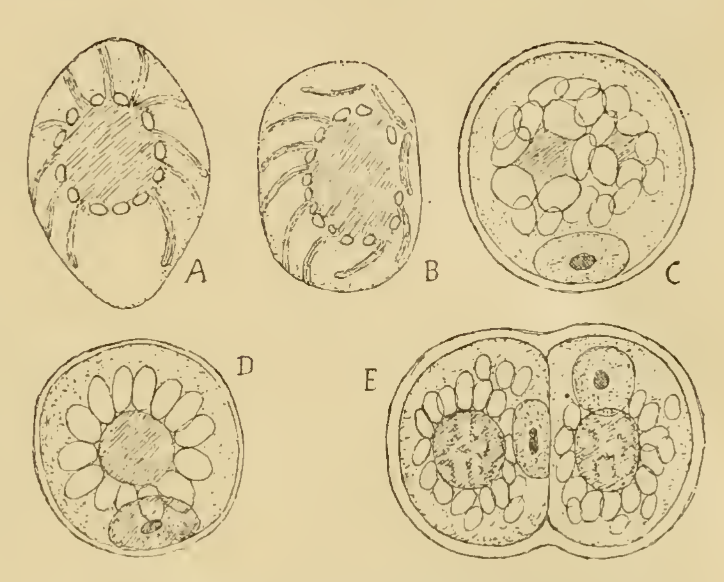


Fig. 3. — *Euglena viridis*, variété *violacea*. Après plusieurs mois de culture.

La couche corticale renferme dans ses alvéoles les chloroleucites et des grains de paramylon plus petits que ceux de la couronne.

Les cellules dans ces cultures sont entourées d'une couche épaisse gélatineuse que les réactifs mettent en évidence ; dans les colonies de seize et de trente-deux individus, ceux-ci sont par groupes de deux, espacés les uns des autres dans la masse gélatineuse commune.

Ces cultures, dans lesquelles le nouveau pyrénoïde se reproduit par *nouvelle formation* au centre de la cellule, alors que les restes de l'ancien ont disparu après fragmentation, nous ramènent au point de départ, à travers un cycle assez long. La structure de la cellule est revenue au type de l'*Euglena viridis*, avec cette différence toutefois que les relations des chloroleucites avec le py-

rénoïde ne sont pas aussi étroites que dans cette dernière espèce.

Par les modifications que présentent les chloroleucites, par les transformations subies par le pyrénoïde et qui sont indiquées ici pour la première fois d'une manière complète, cette variété est l'une des plus remarquables du groupe.

Il sera évidemment très intéressant de chercher maintenant si l'*Euglena viridis* type, celle qui, dans les conditions ordinaires, conserve sa structure, n'est pas susceptible de présenter des modifications analogues aux précédentes, lorsqu'on fait varier les conditions du milieu ; pour être fructueuse, une étude de ce genre devra être conduite avec toutes les précautions usitées en Bactériologie.

Tout récemment, nous avons fait une récolte pure d'une Euglène dont les chromatophores rayonnaient autour d'un centre (Pl. I, fig. 12) ; les individus, dès le second jour, se sont arrondis sous une mince enveloppe et sont entrés en division. A notre grande surprise, les échantillons, fixés à 10 heures du soir, en vue d'étudier la division du noyau, ne présentaient aucune trace de pyrénoïdes (Pl. I, fig. 9,10) ; par contre, les chloroleucites se coloraient assez fortement. Comme nous avions cru reconnaître la variété *violacea* de l'*Euglena viridis*, nous avons continué la culture pendant quelques jours dans diverses conditions ; au bout d'une semaine, les pyrénoïdes sont apparus dans les cellules très nets et disposés comme dans l'*Euglena viridis* : il est donc prouvé que la variété *violacea* peut se multiplier soit avec un pyrénoïde unique, soit avec un pyrénoïde fragmenté, soit même en l'absence de toute formation de ce genre : c'est un résultat digne d'être enregistré.

Ces *dernières cultures* nous ont servi pour établir le schéma général de l'*haplomitose* chez les Eugléniens, telle qu'elle est décrite dans la seconde partie de ce mémoire.

3° *Euglena geniculata* Dujard. (Schmitz).

Schmitz, dans son premier mémoire, avait attribué à l'*Euglena oxyuris* deux chromatophores étoilés identiques à celui de l'*Euglena viridis* ; de son côté, Klebs, étudiant cette dernière espèce, a rencontré parfois chez la forme principale α deux corpuscules entourés de paramylon et situés l'un en avant, l'autre en arrière : ils étaient, selon ce savant, sans relation directe avec les chloroleucites (1). Schmitz revient, dans le second mémoire, sur cette disposition des chloroleucites : il reconnaît que sa première détermination était erronée; mais il maintient son opinion relativement à la structure des chromatophores ; il propose de rattacher les Euglènes qui possèdent plusieurs chloroleucites ainsi constitués à l'espèce désignée par Dujardin sous le nom d'*Euglena geniculata* (2).

Nous avons rencontré plusieurs fois dans nos récoltes des individus à deux pyrénoïdes : ils étaient ordinairement mélangés à d'autres n'ayant qu'un pyrénoïde (T. fig. 4, A) ; dans ces conditions, il devient difficile de savoir s'il s'agit d'une espèce distincte ainsi que l'admet Schmitz. Toutefois, comme l'*Euglena viridis* s'est maintenue dans plusieurs cultures, en conservant son unique pyrénoïde, nous nous rangeons à l'avis de Schmitz, et nous réunissons à son exemple les formes à plusieurs chloroleucites étoilés sous le nom d'*Euglena geniculata* Duj.

Dans cette espèce, les dimensions sont celles de l'*Euglena viridis* ou de sa variété *violacea* : le noyau occupe une position médiane ; au-dessus se trouvent les pyrénoïdes (T. fig. 4, D) : ils sont très gros, se colorent facilement par la fuchsine acide et sont entourés par des grains de para-

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 265.
(2) Schmitz : *Loc. cit.*, p. 12.

mylon : des rubans chlorophylliens rayonnent tout autour ; mais ces rubans deviennent quelquefois indépendants et se placent dans la direction de l'axe.

Schmitz indique des variations assez nombreuses dans le nombre des chromatophores : ils peuvent être en nombre égal (1-2) au-dessus et au-dessous du noyau, ou en nombre inégal et alors les deux ou trois situés à la partie antérieure sont plus gros que ceux de la partie postérieure réduits à un ou deux (1).

Il serait intéressant de connaître l'origine de ces variations, d'autant plus qu'elles paraissent assez constantes : ainsi nous avons rencontré une de ces formes, en culture presque pure dans une mare des faubourgs de Poitiers, à la Cueille ; deux des pyrénoïdes, sensiblement de même grosseur, étaient placés au-dessus et au-dessous du noyau ; le troisième, plus petit, était situé à la partie antérieure, au niveau du point oculiforme (T. fig. 4, B, C). La position de ces pyrénoïdes se reconnaît sur les individus vivants aux amas sphériques constitués par les grains de paramylon ; mais il est facile de les colorer par la fuchsine acide. Les rubans chlorophylliens qui rayonnent autour de ces pyrénoïdes dans cette variété sont plus étroits et plus rapprochés les uns des autres que dans les espèces déjà décrites ; aussi est-il difficile d'établir leur relation directe avec la substance des pyrénoïdes, d'autant plus que ces derniers sont entourés par une couronne de grains de paramylon (T. fig. 4, C).

Selon Schmitz, les pyrénoïdes de l'*Euglena geniculata* sont beaucoup plus faciles à voir que ceux de l'*Euglena viridis*, parce qu'ils sont plus riches en substance propre ; en réalité, la distinction des pyrénoïdes, lorsqu'ils existent, se fait avec la plus grande facilité, au moyen de la fuchsine acide et de l'acide picrique ; on arrive ainsi à bien délimiter

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 12.

leur contour ; quant à la grosseur du pyrénoïde, elle est susceptible de varier beaucoup dans la même espèce.

Cette espèce nous a mis longtemps dans l'embarras, parce que les pyrénoïdes peuvent disparaître comme celui de l'*Euglena viridis*, variété *violacea* ; comme elle

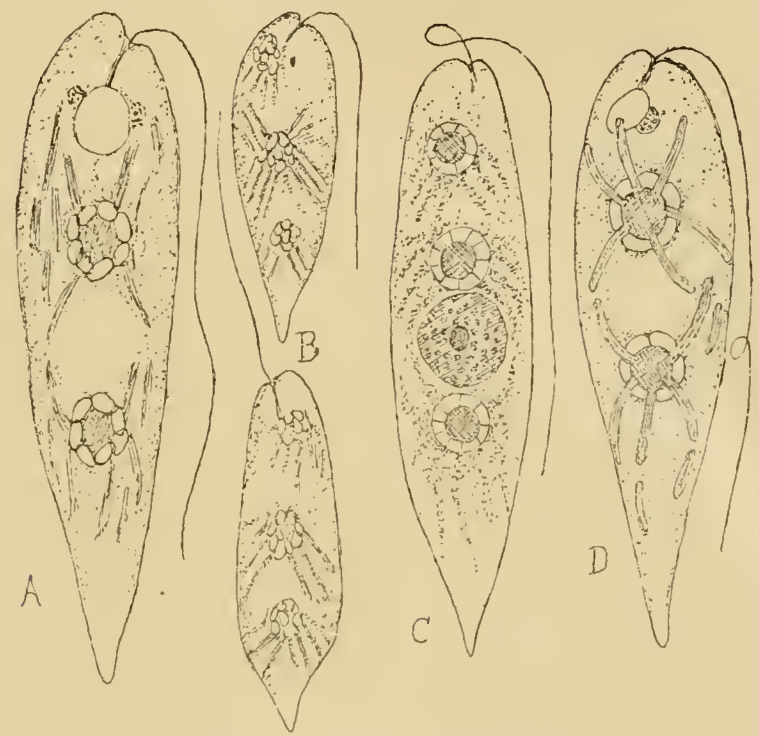


Fig. 4. — *Euglena geniculata.*

était dans nos dernières récoltes mélangées à d'autres espèces, nous ne savions plus la reconnaître au milieu des autres après fixation et coloration, car les deux pyrénoïdes (Pl. I, fig. 1-2) caractéristiques étaient devenus invisibles. La cellule, dans ces conditions, possède une structure alvéolaire beaucoup plus nette que dans la plupart des Euglènes que nous avons étudiées ; la couche pariétale renferme en assez grand nombre des corpuscules arrondis ou allongés qui se colorent en rouge par la fuchsine acide, l'hématoxyline et le picro-carmin (Pl. I, fig. 3, 4) : ce sont les chloroleucites qui, par suite de la disparition des pyrénoïdes, sont devenus plus chromatiques.

Le noyau occupe le milieu de la cellule ; son contour est arrondi ou irrégulier : le nucléole est entier ; les chromospires sont en forme de pseudo-granules ou de petits bâtonnets ; on en compte parfois plus d'une cinquantaine (Pl. I, fig. 5).

Les alvéoles qui entourent le noyau contiennent des grains de paramylon plus ou moins gros, arrondis ou discoïdes.

L'*Euglena geniculata* est une des espèces qui se prêtent le mieux à l'étude de la division du noyau ; la bipartition du corps se fait soit sous la forme complètement sphérique, soit sous la forme allongée, avec des intermédiaires nombreux.

Nos échantillons ont été fixés entre 9 h. 1/2 et 10 h. du soir ; les divisions étaient nombreuses et à tous les stades ; certaines étaient déjà terminées.

Au moment où le nucléole atteint la surface nucléaire, les chromospires sont allongées suivant l'axe de division (Pl. I, fig. 6) ; nous en avons vu une d'une façon certaine qui, comme le nucléole, s'étendait d'une surface à l'autre (Pl. I, fig. 11) ; mais cela n'est pas général. En regardant ce noyau par l'un des pôles, on voit l'extrémité des chromospires ; aucune ne montre un indice quelconque de division longitudinale ; en faisant alors varier le point, on peut compter le nombre des bâtonnets ; il est de 25 à 30 au plus (Pl. I, fig. 11).

Si nos numérations sont justes, comme nous avons raison de le croire, il existe une différence de moitié ou davantage entre le nombre des granulations chromatiques contenues dans le noyau avant la division et le nombre des chromospires rencontrées à la prophase ; cela tient au degré d'enchevêtrement du cordon nucléaire.

Le nucléole s'étire, entraînant avec lui à chacune de ses extrémités une moitié du nucléoplasme avec ses chromo-

somes : dans chaque nouveau noyau le nombre des chromosomes est de 25 à 30, comme dans le noyau à la prophase (Pl. I, fig. 7). L'impression qui se dégage des divers stades est que cette division n'est pas longitudinale : chaque chromosome se comporte comme le nucléole, et se divise par conséquent transversalement ; nous aurons l'occasion d'insister plus tard sur cette question.

Lorsque la bipartition a lieu sous la forme arrondie, elle ressemble un peu à celle de l'*Euglena viridis* ; mais il n'y a pas ordinairement d'enveloppe commune aux deux cellules-filles (Pl. I, fig. 10) ; la plupart des cellules, dans notre récolte, se divisaient en conservant une forme ovale ou allongée ; nous en avons rencontré une dans laquelle les deux noyaux frères étaient déjà séparés, alors que l'échancrure buccale avec son canal était encore unique ; chez d'autres, la sépa ation était commencée à l'avant et les deux cellules étaient munies chacune d'une échancrure très nette se continuant dans le cytoplasme par un canal (Pl. I, fig. 8-9).

4° *Euglena geniculata* v^té^ *terricola* Dangeard.

Cette variété a été rencontrée vivant à la surface de la boue des fossés ; le corps est très allongé, cylindrique, terminé par une pointe incolore à sa partie postérieure ; les chloroleucites ont la forme de bâtonnets disposés parallèlement à l'axe ; le noyau occupe un espace incolore dans la partie médiane du corps ; le paramylon est dispersé un peu partout sans ordre en petits éléments rectangulaires (T. fig. 5, A, C, D).

Cette Euglène est très métabolique ; elle rampe en se déformant de toutes les façons ; c'est presque son seul

moyen de locomotion dans les conditions où nous l'avons rencontrée (T. fig. 5, B).

Il nous a été impossible, immédiatement après la récolte, de déceler la moindre trace de pyrénoïde ; trois jours après, nous en apercevions, non sans difficulté, deux qui étaient apparus l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau ; ces pyrénoïdes n'avaient encore aucune relation avec les pyrénoïdes ; mais ils étaient entourés de quelques grains de paramylon (T. fig. 5, C).



Fig. 5. — *Euglena geniculata*, variété *terricola* Dangeard.

La diagnose de cette variété peut être ainsi fixée:

Corps cylindrique, très allongé, terminé en pointe; chloroleucites nombreux en cordons ou en rubans dépourvus de pyrénoïde; corpuscules de paramylon rectangulaires dispersés dans le corps ; noyau central; flagellum court. Métabolie caractéristique : le corps s'aplatit et se déforme de toutes les façons pendant la reptation. Caractère particulier : deux pyrénoïdes entourés de granules de paramylon peuvent se montrer l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau, mais leur présence n'est pas constante.

Par ces deux pyrénoïdes ainsi disposés, cette variété se rattache à l'*Euglena geniculata* Duj. (Schmitz).

5° *Euglena proxima* sp. nov.

Cette espèce a été recueillie dans un fossé boueux aux environs de Poitiers. Le corps est cylindrique, terminé

en pointe à son extrémité postérieure ; le point oculiforme est excessivement développé ; il a la forme d'un disque large et très aplati : les granulations rouges qui le composent sont très nettes. Le flagellum est peu mobile ; sa longueur est 1 fois 1/2 celle du corps environ. Les chloroleucites sont au nombre de 50 ou 60 ; ils sont arrondis en disques plus ou moins réguliers et dépourvus de pyrénoïdes (T. fig. 6, A, B, C) : ils remplissent tout le corps, sauf l'extrémité antérieure qui reste incolore. Le paramylon est en gros grains arrondis ou en petits bâtonnets ; fréquemment les grains sont annulaires : ils ont une cavité interne bien délimitée (T. fig. 6, B) ; on peut facilement constater qu'ils sont indépendants des chloroleucites ; leur nombre ne dépasse guère une vingtaine. Le noyau est le plus fréquemment postérieur : quelquefois cependant il est près du centre; par son volume, il se rapproche du noyau de l'*Euglena sanguinea* ; le nucléole très gros et non fragmenté est allongé suivant l'axe cellulaire ; son contour est irrégulier ; le nucléoplasme renferme des chromospires sous l'aspect de taches chroma-

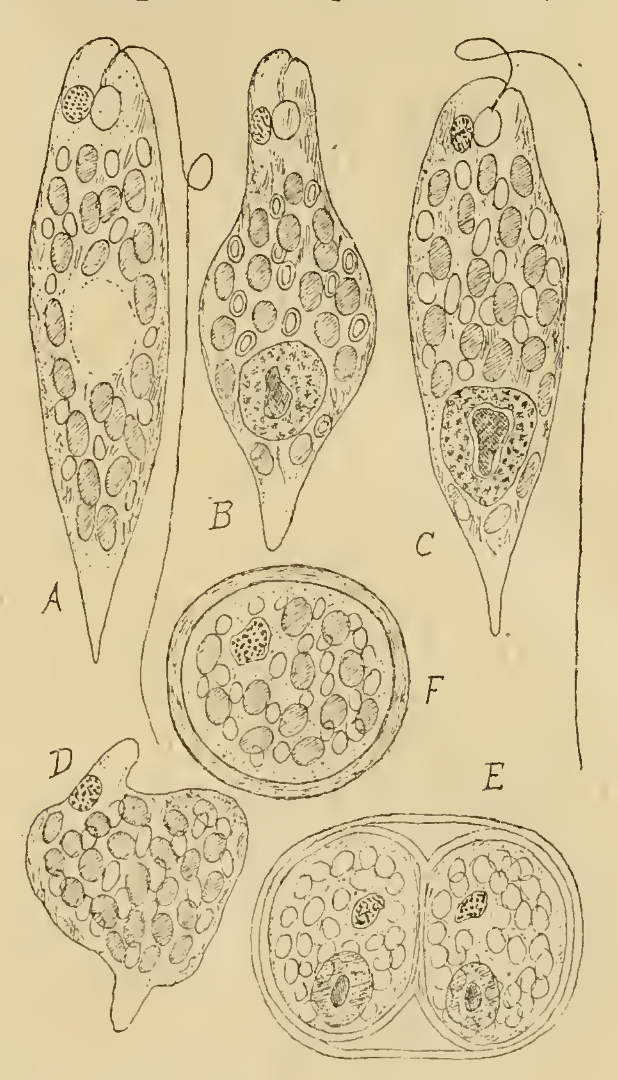


Fig. 6. — *Euglena proxima*, sp. nov.

tiques ; leur nombre paraît supérieur à cinquante (T. fig 6, C).

Cette espèce est très métabolique ; le corps se contracte en forme de toupie ou de plaque irrégulière (T. fig. 6, D) ; il a une tendance marquée à prendre la forme sphérique ; sous la seule influence de la pression d'une lamelle, la plupart des individus s'arrondissent et tournent sur eux-mêmes ; c'est sous cette forme que la division se produit (T. fig. 6, E).

Le noyau, dans ces cellules sphériques, est excentrique ; il est situé non loin de la membrane : la division nucléaire se produit suivant le schéma général ; les deux cellules filles sont formées sous une mince enveloppe commune.

Cette espèce se rapproche de l'*Euglena variabilis* Klebs par la forme de ses chloroleucites, par les dimensions considérables du point oculiforme, par l'absence de pyrénoïde ; elle en diffère par son mode de division ; en effet, selon Klebs, l'*Euglena variabilis* ne se divise jamais sous la forme sphérique ; la cellule reste ovale, « bei der Theilung zieht sich die Euglene ein wenig zusammen, wird aber nie kuglig wie viridis sondern eiformig (1) ». L'*Euglena proxima,* au contraire, s'arrondit facilement ; il suffit de la pression d'une lamelle pour amener ce résultat ; c'est sous cette forme qu'elle se divise.

La culture a duré plus d'un mois, et nous avons pu observer des kystes à parois épaisses un peu colorées en jaune et montrant des stries concentriques ; ces kystes se divisent comme les cellules ordinaires.

Tandis que l'*Euglena variabilis* possède les dimensions de l'*Euglena viridis* : long., 46 μ, larg., 13 μ, notre espèce atteint une longueur de 60 à 70 μ environ, sur une largeur de 20 μ.

(1) G. Klebs : *Loc. cit.*, p. 301.

L'*Euglena proxima* n'a montré aucune trace de pyrénoïde pendant les quelques semaines où elle a été soumise à l'observation ; cette espèce devrait donc, semble-t-il, être étudiée dans une autre section, alors surtout que les chloroleucites sont discoïdes ; cependant, par son mode de division et par ses kystes, elle offre avec l'*Euglena viridis* des affinités tellement étroites que nous avons cru nécessaire de la grouper avec les espèces précédentes autour d'un même type.

6° *Euglena variabilis* Klebs.

Cette espèce aurait besoin d'être étudiée à nouveau. Le corps, pendant la locomotion, est, selon Klebs (1), brièvement cylindrique ou ovale, arrondi à sa partie antérieure, avec un petit mucron à sa partie postérieure (T. fig. 7, A). Le flagellum est deux ou trois fois plus long que le corps. La membrane est fortement striée. Le point oculiforme est extraordinairement développé, rouge brun et c'est là, selon Klebs, une caractéristique de l'espèce. Les chloroleucites sont discoïdes, sans pyrénoïdes ; un corpuscule de paramylon se trouve au voisinage de la vacuole principale.

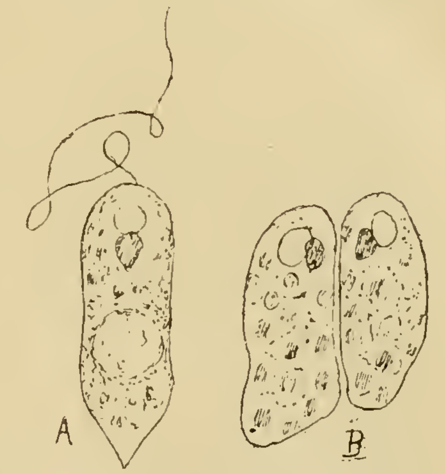


Fig. 7. — *Euglena variabilis.* D'après Klebs.

Le corps se raccourcit pour la division ; mais il ne s'arrondit pas complètement comme dans l'*Euglena viridis* ; le phénomène n'a été suivi qu'en chambre humide et on n'a pas observé d'enveloppe gélatineuse pendant cette bipartition (T. fig. 7, B).

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p.300-301.

Les dimensions sont : longueur 0,046 — 0,033 mm., largeur 0,013.

En résumé, nous pensons avoir introduit un peu de clarté dans les espèces et variétés du groupe de l'*Euglena viridis* : le tableau suivant peut fournir quelques indications pour une détermination rapide, alors que le texte précédent donne les renseignements nécessaires sur les modifications de structure qu'on y rencontre :

I. Un chloroleucite étoilé médian ; noyau postérieur.	*Euglena viridis* et sa variété *violacea*
II. Deux chloroleucites étoilés quelquefois trois : noyau médian.	*Euglena geniculata* et sa variété *terricola*
III. Chloroleucites dissociés sans pyrénoïdes connus.	Division à l'état sphérique *E. proxima*
	Division sous la forme ovale. *E. variabilis.*

*Groupe de l'*Euglena sanguinea.

Stein considérait l'*Euglena sanguinea* comme une simple variété de l'*Euglena viridis* (1) ; Klebs a séparé avec raison les deux espèces en insistant sur les différences qu'elles présentent entre elles : ainsi la première atteint des dimensions beaucoup plus grandes que la seconde ; sa membrane est plus nettement striée en spirale, et elle ne se dissout pas dans l'acide acétique. Le cytoplasme se fait remarquer par sa réfringence et aussi par sa richesse en granulations de nature encore indéterminée ; la disposition des chloroleucites est différente de celle qu'on rencontre chez l'*Euglena viridis*. Le flagellum est très long, fort et peu actif ; le mouvement est le même que celui de l'*Euglena viridis*, mais beaucoup plus lent ; la métabolie est très faible.

La facilité avec laquelle le corps sécrète une enveloppe gélatineuse est très caractéristique de cette espèce ; le

(1) Stein : *Loc. cit.*, pl. XX, fig. 19.

vert de méthyle la colore en bleu intense ; mais elle reste incolore dans l'iode et le carmin.

La division se produit au repos et sous une enveloppe sphérique.

L'*Euglena sanguinea* se rencontre avec la couleur verte dans les bassins et les étangs qui renferment une faible végétation d'algues ; elle ne se développe pas habituellement en aussi grande abondance que l'*Euglena viridis.* Dans quelques localités, sous l'influence de conditions encore mal déterminées, il se développe à l'intérieur du cytoplasme une substance colorante rouge, qui a valu son nom à l'espèce ; on ne trouve aucune différence constante entre les individus colorés en vert et ceux qui ont acquis une coloration rouge ; peut-être ces derniers sont-ils un peu plus groset un peu plus allongés ; la sécrétion de mucus semble également se faire moins facilement.

Klebs a observé, assez rarement du reste, une forme incolore de cette espèce ; elle possède encore une tache oculaire et elle est entourée d'une enveloppe qui se colore en bleu sombre dans le vert de méthyle (1).

Il est certain que l'*Euglena sanguinea* doit être séparée de l'*Euglena viridis* ; mais nous irons plus loin que Klebs ; celui-ci la décrit en continuant de la rattacher au type de l'*Euglena viridis* ; nous en ferons un type spécial qui nous semble suffisamment caractérisé. De plus, Klebs ne signale entre la variété verte et la variété rouge aucune différence d'organisation ; il semble seulement, d'après lui, que les individus de la variété rouge sont plus gros et plus allongés que ceux de la première ; la sécrétion muqueuse s'y produirait aussi moins facilement. Après avoir étudié avec soin l'organisation générale dans les deux cas, nous sommes disposé à croire qu'il existe deux espèces distinctes confondues sous le nom d'*Euglena san-*

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 299-300.

guinea ; peut-être sera-t-on de notre avis après avoir consulté nos descriptions ; tout au moins devra-t-on reconnaître qu'il est nécessaire, avant de les réunir, de montrer comment il est possible de passer d'une forme à l'autre.

1° *Euglena sanguinea* Ehr.

Nous avons récolté cette espèce dans le bassin du jardin botanique de Poitiers ; ses dimensions sont considérables : long. 120 μ ; larg. 30 μ. Le corps est ovale allongé, souvent presque cylindrique ; le flagellum est très long, peu mobile ; l'extrémité antérieure est obtuse, l'extrémité postérieure est terminée en pointe ; quelquefois elle est comme tronquée ; les chloroleucites ont la forme de bâtonnets ou de rubans ; ils sont rapprochés de la surface dans une sorte de couche corticale qui limite un grand espace central renfermant le noyau ; ces chloroleucites sont disposés parallèlement à l'axe ou un peu obliquement (T. fig. 8, A, B) ; ils ont une tendance à se replier en arc ; de nombreuses granulations réfringentes se voient entre les chloroleucites.

Le corps s'arrondit fréquemment en sphère (T. fig. 8, C, début) ; les chloroleucites se recourbent alors en fer à cheval ; leurs branches sont tournées du côté de la surface. Selon les individus et selon l'état des cultures, le cytoplasme est bourré de très gros grains de paramylon ou bien il n'en renferme que peu ou point.

L'hématochrome se dépose dans le cytoplasme sous forme de granulations rouges ; elles s'accumulent d'abord dans la partie centrale (T. fig. 8, A, C) et finissent peu à peu par remplir tout le corps dans les intervalles laissés libres par le noyau et les grains de paramylon ; les chloroleucites eux-mêmes disparaissent à l'observation.

Le noyau est situé un peu au-dessous du centre ; lors-

que le corps est arrondi, il se trouve légèrement excentrique au contact de la couche corticale constituée par les

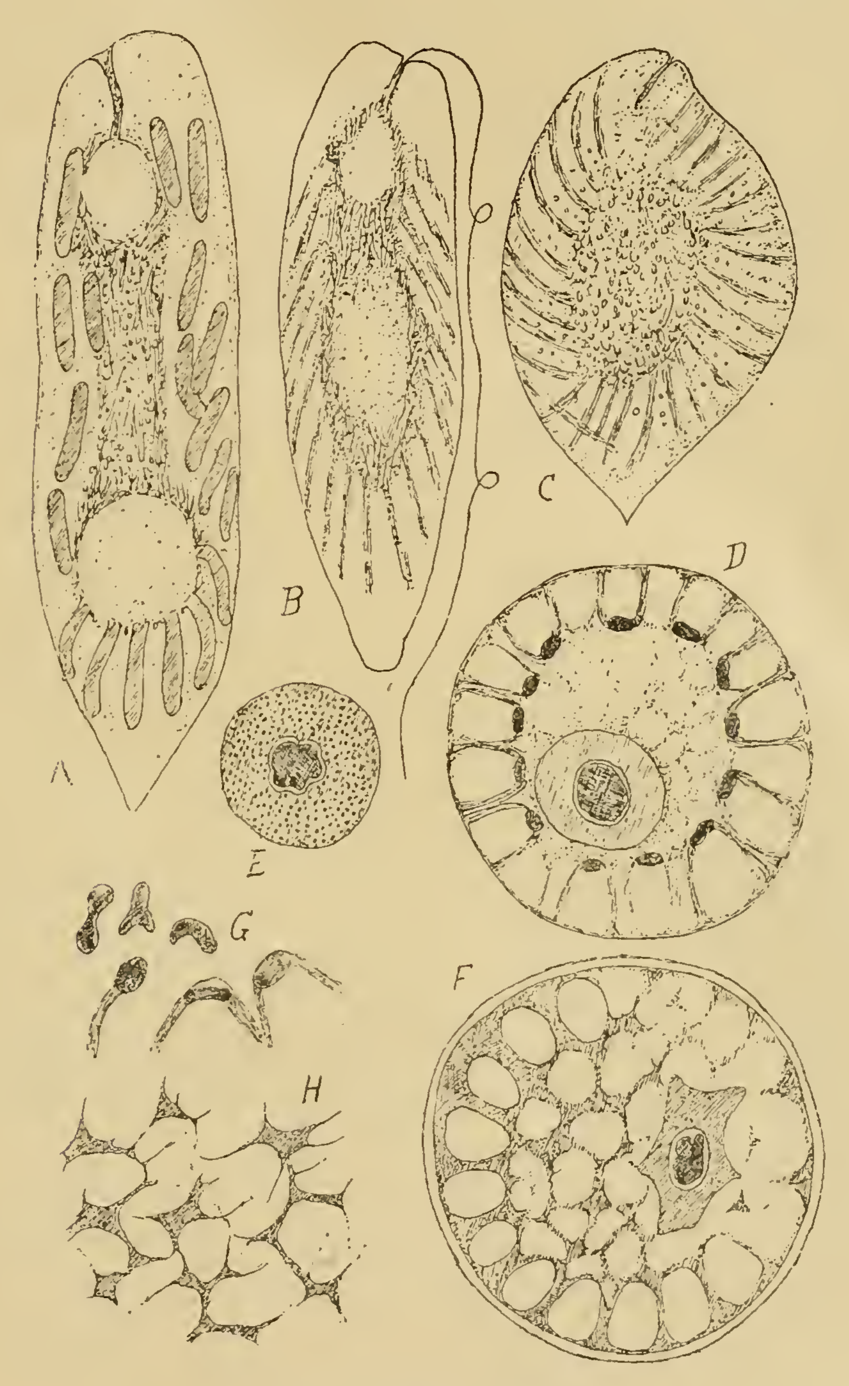


Fig. 8. — *Euglena sanguinea.*

chloroleucites ; il est sphérique (T. fig. 8, D) ; mais parfois le développement du paramylon est tel que les globules de cette substance effectuent des pressions sur la sur-

face nucléaire et la déforment ; le contour devient ainsi plus ou moins anguleux (T. fig. 8, F). Le nucléoplasme se montre parfois complètement homogène ; dans d'autres préparations, il est grossièrement granuleux ; enfin, on arrive quelquefois à distinguer dans la masse plusieurs centaines de granulations chromatiques régulières qui représentent sans doute les chromospires (T. fig. 8, E). Le nucléole occupe le centre du noyau ; il est soit entier, soit fragmenté en un nombre variable de corpuscules (Pl. II, fig. 1-2-3) ; lorsqu'il est entier, sa masse est dense, homogène, très chromatique ; sa surface est nettement séparée du nucléoplasme ; il existe même une petite zone incolore de séparation, due à l'action des réactifs ; lorsque le nucléole est fragmenté, le nombre des corpuscules chromatiques n'a rien de fixe ; il varie de deux à trente ; on trouve cette disposition aussi bien pendant la période d'activité que pendant la période de repos.

Il était important d'établir la manière d'être des chromatophores dans cette espèce ; Klebs, en effet, s'est contenté de dire que leur disposition est différente de celle des Euglènes ; il ajoute en note qu'en écrasant des cellules, il a observé au milieu du cytoplasme, surtout dans les exemplaires colorés en rouge, des calottes de paramylon semblables à celles qui recouvrent les pyrénoïdes dans les autres espèces ; il lui a été impossible cependant d'établir leurs relations avec les chloroleucites (1).

Nous avons fait des recherches nombreuses pour élucider cette question ; nous constaterons tout d'abord que nous n'avons aperçu aucune trace de pyrénoïdes sur un certain nombre d'individus ; sur d'autres, on les voit nettement au stade de repos ; on s'aperçoit tout d'abord que les chloroleucites se colorent bien et fortement par les réactifs ordinaires ; au stade d'activité, la coloration ne

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 299.

varie pas d'intensité aux divers points du chloroleucite ; mais sur les individus qui se sont arrondis en sphère, on ne tarde pas à constater certaines différences. Nous savons qu'à ce moment, les chloroleucites sont recourbés en fer à cheval ; la concavité de l'anse étant du côté intérieur, alors que les deux branches viennent toucher la surface ; entre ces deux branches se trouve un gros grain de paramylon à contour elliptique (T. fig. 8, D) ; la couche corticale est ainsi nettement délimitée du cytoplasme interne. En faisant agir sur ces cellules l'hématoxyline et la fuchsine acide, on met en évidence de nombreux corpuscules qui prennent une teinte rouge comme les pyrénoïdes ordinaires ; ils sont disposés en cercle à la partie interne de la couche corticale ; leur contour est net, leur substance est homogène et dense ; mais quelquefois la coloration est plus forte aux deux extrémités du bâtonnet qu'au centre (T. fig. 8, G) ; ce pyrénoïde n'est autre chose que la partie médiane du chloroleucite qui s'est ainsi différenciée; alors que les deux branches du fer à cheval sont restées moins chromatiques (T. fig. 8, D), ces pyrénoïdes sont arrondis ou allongés en bâtonnets ; parfois, ils sont plus ou moins contournés et irréguliers (T. fig. 8, G). Entre les gros corpuscules de paramylon qui se trouvent au milieu des branches du chloroleucite, on voit sur quelques individus des calottes minces de paramylon qui s'appliquent à la surface des pyrénoïdes ; ce sont elles sans doute que Klebs a remarquées dans le protoplasma des Euglènes après écrasement, mais sans pouvoir déterminer leur origine.

Il existe un autre aspect que nous allons maintenant décrire : dans les individus qui viennent d'être étudiés, les corpuscules de paramylon étaient localisés dans la couche corticale ; dans d'autres, le corps est complètement rempli de ces gros grains, et l'aspect des chloroleucites se trouve modifié ; les pyrénoïdes ont disparu ; mais

la substance des chloroleucites est devenue plus chromatique ; elle se colore lie de vin ; en même temps, sa distribution a perdu de sa régularité ; les chloroleucites n'ont plus leur forme normale ; ils ont contracté entre eux des anastomoses donnant naissance à un réseau chromatique irrégulier (T. fig. 8, F, H) ; à l'approche de la division, ce réseau disparaît, et nous ignorons ce qu'est devenue l'individualité des chromatophores.

On voit quelles difficultés présente l'étude d'une espèce comme celle-ci et l'embarras où l'on se trouve au début pour interpréter ces modifications de structure.

Au moment de la division, le corps est sphérique ; il est rempli de gros grains de paramylon ; on ne voit plus trace des chloroleucites ; tous les intervalles existant entre le paramylon et le noyau sont remplis par de l'hématochrome (Pl. II, fig. 4).

Le nucléole, dans la division, se comporte d'une façon remarquable ; il s'allonge, et ses deux extrémités atteignent la surface du noyau, avant que celui-ci ait sensiblement modifié sa forme ; selon la structure primitive du nucléole, l'aspect de l'axe est très différent ; s'il est simple, ce qui est rare, l'axe possède ce même caractère ; si, au contraire, le nucléole est fragmenté, chaque fragment s'allonge séparément ; on a ainsi des axes formés par deux bâtonnets ou un plus grand nombre (Pl. II, fig. 5-9) ; les deux extrémités nucléolaires se renflent, et alors s'éloignent l'une de l'autre, entraînant avec elles le nucléoplasme. Cette substance dans nos préparations s'est montrée complètement homogène ; elle était peu chromatique par rapport au nucléole ; si nos matériaux avaient renfermé un plus grand nombre de cellules en bipartition, peut-être aurions-nous réussi à mettre en évidence les granulations chromatiques très petites et très nombreuses dont nous avons signalé l'existence dans le noyau à l'état de repos et aussi les chromospires.

Le noyau en division ressemble à une haltère ; la séparation des deux moitiés se produit et chacune reconstitue un noyau (Pl. II, fig. 10-12). La cloison qui sépare les deux cellules apparaît comme une ligne mince perpendiculaire à l'axe de division nucléaire (Pl. II, fig. 13). Toutes les cellules en division que nous avons observées étaient remplies de gros grains de paramylon, et les espaces qui séparaient ces grains renfermaient de l'hématochrome ; il nous est impossible par suite de dire ce que deviennent les chloroleucites, à ce moment, on dirait qu'ils ont disparu. Dans les cellules filles, les deux noyaux ont leur nucléole fragmenté ; nous avons vu de ces nucléoles qui renfermaient jusqu'à vingt et même trente globules chromatiques.

En résumé, l'*Euglena sanguinea* est remarquable par ses grandes dimensions, par la présence d'une couche corticale renfermant les chromatophores, par la différenciation de pyrénoïdes dans la partie médiane de ces derniers éléments, par le très grand nombre des chromosomes, par la fragmentation du nucléole et surtout par le dépôt d'hématochrome qui se fait dans le cytoplasme.

Il faut aussi remarquer la facilité avec laquelle cette espèce s'arrondit en sphère et s'entoure d'une enveloppe épaisse gélatineuse à stries concentriques.

2° *Euglena splendens* sp. nov.

Cette espèce a été récoltée à la Cassette, aux environs de Poitiers ; sa longueur ne dépasse guère 70 à 80 μ ; sa forme est ovale, ce qui permet déjà de la distinguer de l'espèce précédente. Les chloroleucites sont également plus nombreux et plus courts ; dans les individus qui nagent et ont conservé leur forme normale, ces chloroleucites sont disposés tangentiellement à la surface et en spirale comme les stries de la membrane ; entre chaque ligne se trouve

une rangée de granulations réfringentes, arrondies, rapprochées les unes des autres comme les grains d'un chapelet (T. fig. 9, A). Lorsque les individus s'arrondissent, les chloroleucites se disposent perpendiculairement à la surface ou un peu obliquement (T. fig. 9, D); cela constitue une sorte d'épaisse couche corticale limitant une grande chambre centrale, renfermant du cytoplasme, un gros noyau, des corpuscules de paramylon qui sont en gros globules, plus rarement en bâtonnets; d'autres se trouvent dans la couche corticale, entre les chloroleucites ; la vacuole principale est très grosse, et le canal antérieur qui y donne accès est large et nettement délimité.

C'est pendant la période d'activité que cette espèce mérite le nom de *splendens* ; avec ses lignes de granules réfringents alternant régulièrement avec les chloroleucites disposés en spirale, elle se distingue facilement de toutes les autres variétés d'Euglènes et c'est sans contredit l'une des plus belles.

Le noyau est médian ; il ressemble à celui de l'*Euglena sanguinea* ; son nucléole, en effet, est souvent fragmenté en un nombre variable de corpuscules chromatiques qui occupent le centre du nucléoplasme (T. fig. 9, B, C).

Le noyau, à l'état de repos, ne laisse pas voir les chromospires ; au moment de la division, le corps s'arrondit, et l'on aperçoit dans le noyau des granulations chromatiques au nombre de trente à quarante environ ; ces granulations, qui représentent les chromospires, sont assez fréquemment étirées en fils ou en bâtonnets (T, fig. 9, E); le nucléole, à ce moment, est rarement entier ; le plus souvent, il est fragmenté en cinq ou six masses chromatiques distinctes ; quelquefois, il affecte l'aspect d'un ruban pelotonné (Pl. III, fig. 1).

Le noyau qui occupe une position centrale ou subcentrale entre en division : il prend un contour elliptique ; le nucléole s'allonge dans le sens du plus petit diamètre,

de façon à venir à la limite de la surface nucléaire : les chromospires se montrent alors nettement filamenteuses à l'intérieur du nucléoplasme ; leur direction générale est parallèle à l'axe du nucléole (Pl. III, fig. 3). Celui-ci

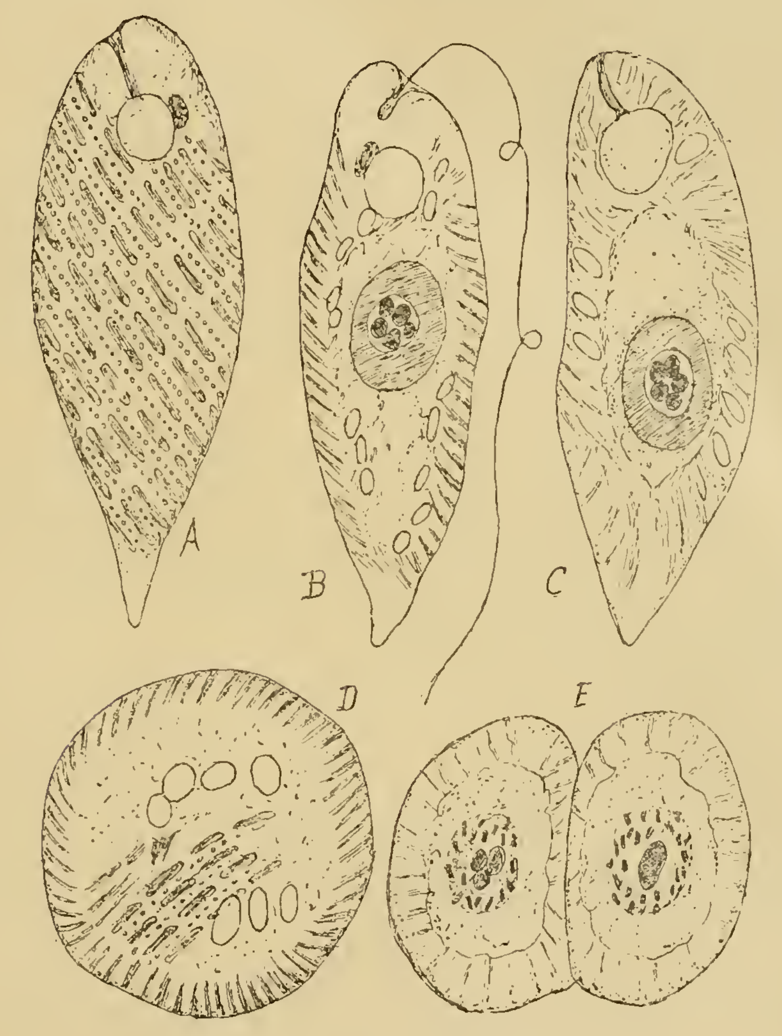


Fig. 9. — *Euglena splendens*, sp. nov.

s'allonge davantage et se renfle à ses deux extrémités qui alors s'éloignent l'une de l'autre suivies par le nucléoplasme contenant les chromospires. (Pl. III, fig. 4.)

Rien ne nous permet d'attribuer aux chromospires une division longitudinale ; elles sont entremêlées, ce qui compliquerait singulièrement leur distribution aux noyaux frères, dans le cas d'une division longitudinale ;

tout semble indiquer qu'elles se comportent comme le nucléole et s'étirent en sens inverse.

Les deux nucléoles composés restent encore quelque temps réunis par un mince filet ; autour de chacun d'eux, le nucléoplasme s'arrondit en sphère; les chromosomes qu'il contient cessent d'être parallèles à l'axe de division; ils reprennent l'aspect de granules ou de bâtonnets dispersés dans la masse; leur nombre est sensiblement resté le même pour chaque élément; mes numérations portent le chiffre de 35 à 40 environ (Pl. III, fig. 5-6).

Finalement, les deux noyaux deviennent complètement indépendants, et une cloison se forme rapidement, isolant les deux cellules (T. fig. 9, E).

Dans cette dernière division, le nombre des chromospires ne semblait pas dépasser 25 à 30; nos numérations indiquent des différences assez sensibles dans ce nombre; nous avons fait cette même observation pour un certain nombre d'autres espèces.

Les caractères qui distinguent cette forme de la précédente sont suffisants pour justifier la création d'une espèce : l'aspect est différent ; les chloroleucites sont plus nombreux, plus courts, régulièrement disposés en spirale: nous n'avons jamais aperçu la moindre trace de pyrénoïde. Enfin le nucléoplasme renferme des chromospires très apparentes pendant la division, alors que dans l'*Euglena sanguinea* le nucléoplasme semble homogène.

Nous ignorons si l'*Euglena splendens* est susceptible dans certaines conditions de se colorer en rouge par l'hématochrome; elle a conservé sa couleur verte dans nos cultures.

Cette espèce, comme la précédente, sécrète abondamment du mucus gélatineux autour d'elle.

Klebs dit que l'enveloppe mucilagineuse chez l'*Euglena sanguinea* résulte de la sécrétion de filaments fins qui

s'unissent rapidemment en une masse homogène : il a vu sous la membrane de petits corpuscules arrondis qui se colorent par le vert de méthyle et qui correspondent bien à l'endroit de formation des filaments muqueux (1).

Chez l'*Euglena splendens*, nous avons réussi à colorer, au moyen de l'action combinée du picro-carmin et de l'hématoxyline prolongée fort longtemps, un réseau muqueux à mailles irrégulières, qui se trouve dans le cytoplasme (Pl. III, fig. XI) ; ce réseau se continue à travers la membrane avec des filaments externes qui ne tardent pas à s'anastomoser en un second réseau bientôt indistinct ; celui-ci forme l'enveloppe muqueuse externe.

La production du mucus a donc lieu à l'intérieur même du cytoplasme, et il exsude en traversant les pores très fins et très nombreux de la membrane, comme au travers d'un filtre ; il en résulte autour de la cellule une sorte de coque qui se colore parfois très fortement : on est obligé de la briser par une pression modérée de la lamelle pour distinguer les détails de structure interne.

Section B *des Euglena.*

Cette seconde section comprend toutes les espèces qui possèdent des chloroleucites aplatis, disciformes : elle peut être divisée en deux groupes : dans le premier, les chloroleucites contiennent un pyrénoïde en leur milieu ; dans le second, ils en sont dépourvus.

PREMIER GROUPE

Ce groupe renferme un assez grand nombre d'espèces dont l'une des mieux connues est l'*Euglena velata* Klebs : après l'avoir cherchée sans succès pendant longtemps,

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 275.

nous avons fini par la rencontrer à Nouaillé, aux environs de Poitiers.

1° *Euglena velata* Kl.

Cette Euglène était mélangée à plusieurs autres espèces : *Euglena deses*, *Euglena pisciformis*, etc. ; mais il est très facile de la reconnaître. Ses dimensions se rapprochent de celles de l'*Euglena sanguinea* : ainsi la longueur du corps atteint 100 μ et sa largeur 25 à 30 μ ; sa forme est ovale; la partie antérieure est arrondie ; la partie postérieure se termine généralement en une pointe fine. Le flagellum est de la longueur du corps; le point oculiforme est un gros disque granuleux (T. fig. 10, A). Les choroleucites sont au nombre de 20 à 30 ; ils sont aplatis et à bords profondément découpés en lobes (T. fig. 10, E) ; la présence de ces lobes est un bon caractère spécifique; au centre des chloroleucites, existe un pyrénoïde recouvert de deux calottes de paramylon qui l'emboîtent, l'une sur sa face externe, l'autre sur sa face interne (T. fig. 10, B, C) ; la cellule s'arrondit assez facilement (T. fig. 10, F).

Le noyau, qui est très gros, occupe en général une position médiane ; son nucléole n'est pas fragmenté comme dans l'*Euglena sanguinea*.

Le caractère le plus remarquable de cette espèce est l'abondance de la sécrétion muqueuse dont le mode de formation peut être facilement suivi, ainsi que l'a indiqué Klebs (1). Dans les colorations à l'hématoxyline et à la fuschine acide, on ne tarde pas à remarquer que la surface présente des lignes noires disposées irrégulièrement; avec un peu d'attention, on reconnaît, à l'intérieur du cytoplasme, un réseau de filaments qui viennent aboutir à la membrane perpendiculairement à sa surface

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 274-275.

(T. fig. 10, C); quelquefois, on ne distingue que des bâtonnets, colorés en noir, dont l'une des extrémités touche à la membrane, alors que l'autre se termine brusquement

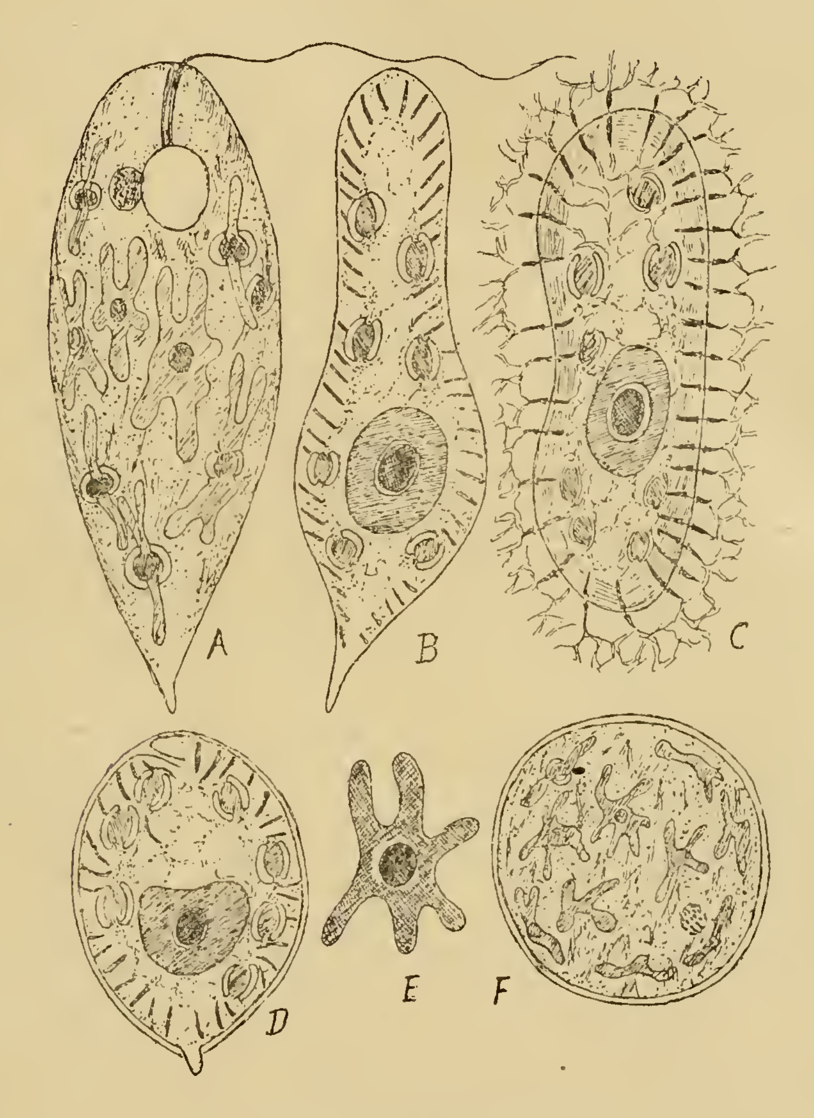


Fig. 10. — *Euglena velata.*

dans le cytoplasme (T. fig. 10, D). La substance de ces bâtonnets se continue à l'extérieur au travers de pores très fins; nous retrouvons à la surface de l'Euglène, soit des bâtonnets, soit un réseau plus ou moins compliqué, d'épaisseur variable (T. fig. 10, C). Le mucus prend donc naissance dans le cytoplasme, traverse les pores de la

membrane, et il se dissémine autour du corps de l'Euglène ; nous verrons, en étudiant le mode de sécrétion des Euglènes, que ce phénomène est très répandu chez les Protophytes.

Nous n'avons pas réussi à observer la division dans cette espèce : Klebs dit qu'elle se produit à l'intérieur d'une épaisse enveloppe mucilagineuse, la cellule conservant une forme ovale et son mucron postérieur (1). Des individus, conservés plus de deux mois en chambre humide, ne montraient à la fin aucune trace de division ; mais ils avaient pris, au stade de repos, un contour elliptique ; nous reconnaissions facilement ces cellules au milieu des autres à leur mucron incolore (T. fig. 10, D) ; quelques-unes, plus grosses, étaient arrondies, sans mucron et renfermaient de gros grains de paramylon.

Klebs a décrit une variété β *granulata* de cette espèce : les matériaux lui ont manqué pour une étude plus complète ; il a cependant remarqué qu'elle formait à la surface de l'eau des masses de couleur jaune brun constituées par les enveloppes gélatineuses des cellules ; les chloroleucites de forme discoïde renferment un pyrénoïde recouvert d'une calotte de paramylon : la cellule s'arrondit pour la division (2).

Il existe un certain nombre d'espèces qui ont des affinités avec l'*Euglena velata* : il est très difficile de dire laquelle correspond à la variété *granulata* Kl. ; Schmitz, qui a élevé cette variété au rang d'espèce, nous met dans un nouvel embarras, car la forme qu'il étudie est colorée « hell gelbgrün » et non « licht gelbbraun » ainsi que Klebs l'indique, et les couches « überzuge » qui surnagent à la surface de l'eau sont « hellgrüne » et non « gelb braunliche » (3).

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 301.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 302.
(3) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 16.

Le caractère qui a servi à distinguer l'*E. granulata* est commun à plusieurs autres espèces qui forment également à la surface de l'eau une couche gélatineuse provenant des enveloppes sécrétées par les cellules ; dans ces conditions, nous appliquerons le nom d'*E. granulata*, à celle qui nous paraît le mieux mériter cette qualification.

2° *Euglena granulata* Schmitz (*E. velata*, v^té^ *granulata* Kl.)

Nous avons rencontré cette espèce à Poitiers et à Ségrie dans la Sarthe ; sa longueur est de 60 à 80 μ, sa largeur de 20 μ environ, elle est donc beaucoup plus petite que l'*Euglena velata*; l'extrémité postérieure du corps s'amincit ordinairement en pointe incolore (T. fig. 11, A, B, C, D).

Sous la membrane qui est fortement striée en spirale, on trouve de nombreuses granulations disposées régulièrement ; elles se colorent par le picro-carmin et l'hématoxyline en lie de vin ou en noir (T, fig. 11) ; elles sont situées en contact immédiat avec la membrane ; ces corpuscules sont probablement en rapport avec la sécrétion du mucus, comme chez l'*Euglena velata*, mais avec des différences de forme très caractéristiques, puisque, dans cette dernière espèce, les éléments colorables sous-cuticulaires ont l'aspect de bâtonnets.

Le nombre des chloroleucites est de 10 à 15 ; ils sont en forme de larges disques à bords irréguliers ; en leur milieu se trouve un gros pyrénoïde recouvert par deux valves de paramylon.

Le noyau occupe une position médiane ou postérieure ; son volume est relativement considérable ; le nucléoplasme renferme de nombreuses chromospires, et le nucléole est ordinairement unique (T. fig. 11).

Le cytoplasme est disposé en réseau granuleux à mailles inégales (Pl. I, fig. 15) ; les détails de la partie

antérieure sont assez faciles à différencier dans cette espèce; le flagellum atteint presque deux fois la longueur du corps; les parois du canal antérieur se colorent bien: aussi avons-nous réussi plusieurs fois à suivre ce canal jusqu'au bord interne de la vacuole principale qui est très développée (T. fig. 11, B, D).

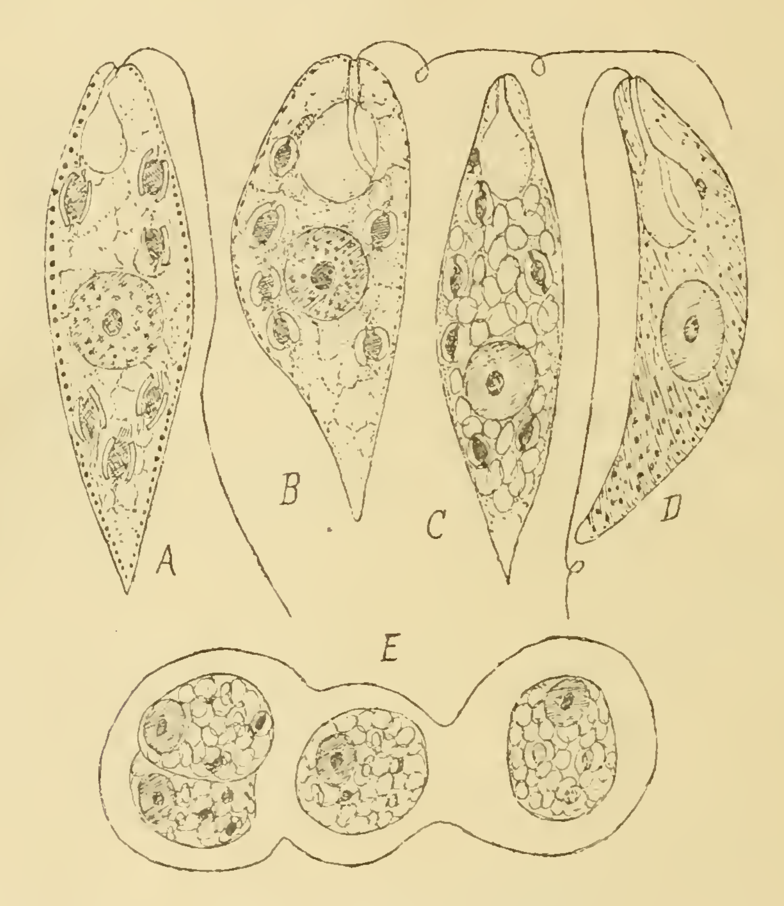


Fig. 11. — *Euglena granulata.*

La division se produit à l'état de repos sous une enveloppe gélatineuse (T. fig. 11, E).

Les changements de forme, dans cette espèce, sont peu considérables et s'effectuent lentement.

Schmitz a fait une étude très complète de la structure du chromatophore dans cette espèce (1).

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, p. 18-19.

3° *Euglena polymorpha* sp. nov.

Nous décrivons sous ce nom une espèce que nous avons longtemps confondue avec l'*Euglena velata* ; elle se trouvait dans le bassin du Jardin botanique en compagnie de

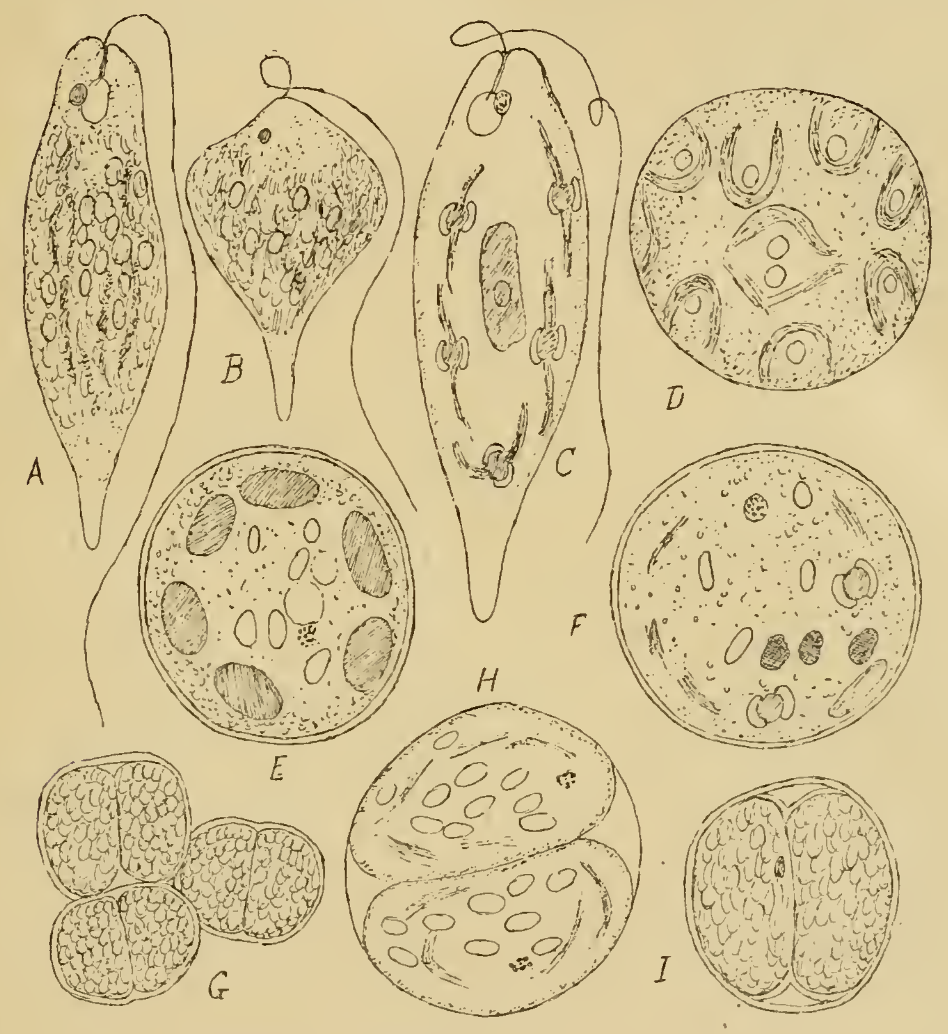


Fig. 12. — *Euglena polymorpha*, sp. nov.

l'*Euglena sanguinea*; sa longueur est de 80 à 90 μ; sa largeur de 20 à 25 μ environ.

Le corps est ovale ou cylindrique, avec une pointe incolore à la partie postérieure (T. fig. 12, A) ; il se renfle fréquemment en forme de toupie, et à cet état (T, fig. 12, B) il peut se déplacer très rapidement ; le flagellum est

très long ; il n'est pas rare qu'il atteigne deux fois la longueur du corps ; la cuticule est striée en spirale comme dans l'*Euglena viridis* ; le point oculiforme est très apparent.

Les individus de cette espèce, conservés en soucoupe, perdent leur flagellum, s'arrondissent et s'entourent d'une enveloppe (T. fig. 12, E, F, H); lorsque ces membranes sont abandonnées, elles simulent une sorte de réseau cellulaire.

Il y a de très grandes différences dans la répartition du paramylon, selon les cultures et les individus ; certaines cellules en sont remplies ; d'autres n'en présentent que quelques granules autour des pyrénoïdes.

Les chromatophores sont au nombre d'une quinzaine ou davantage ; vus de face, ils ont la forme de disques à contours arrondis ou irréguliers ; au centre se voit le pyrénoïde ; de profil, ils ressemblent à des rubans disposés parallèlement à l'axe (T. fig. 12, C). On colore facilement le pyrénoïde en rouge vineux au moyen du picro-carmin et de l'hématoxyline, alors que le reste du chloroleucite prend une teinte moins accentuée.

On rencontre deux manières d'être des chloroleucites qui sont, semble-t-il, en relation étroite avec la présence ou l'absence de paramylon. Ainsi, dans des individus dépourvus de cette substance et arrondis en sphère, le chloroleucite tout entier se colorait en bleu clair, alors que le pyrénoïde central prenait une teinte bleu très foncé (T. fig. 13, A, D); ce pyrénoïde non recouvert de paramylon était constitué par la partie centrale du chloroplaste, et ses contours étaient souvent mal délimités ; parfois, il était réduit à l'état de petit globule et parfois même manquait tout à fait ; ces chloroleucites s'appliquent par leurs deux extrémités sur la couche corticale ; ils sont donc disposés tangentiellement (T. fig. 13, D, E) ; cette couche corticale assez dense et granuleuse se distinguait

facilement du cytoplasme interne plus vacuolaire traversé par quelques trabécules.

La disposition la plus fréquente des chloroleucites est celle-ci : les pyrénoïdes sont très gros et entourés de deux calottes épaisses de paramylon ; entre les deux calottes et

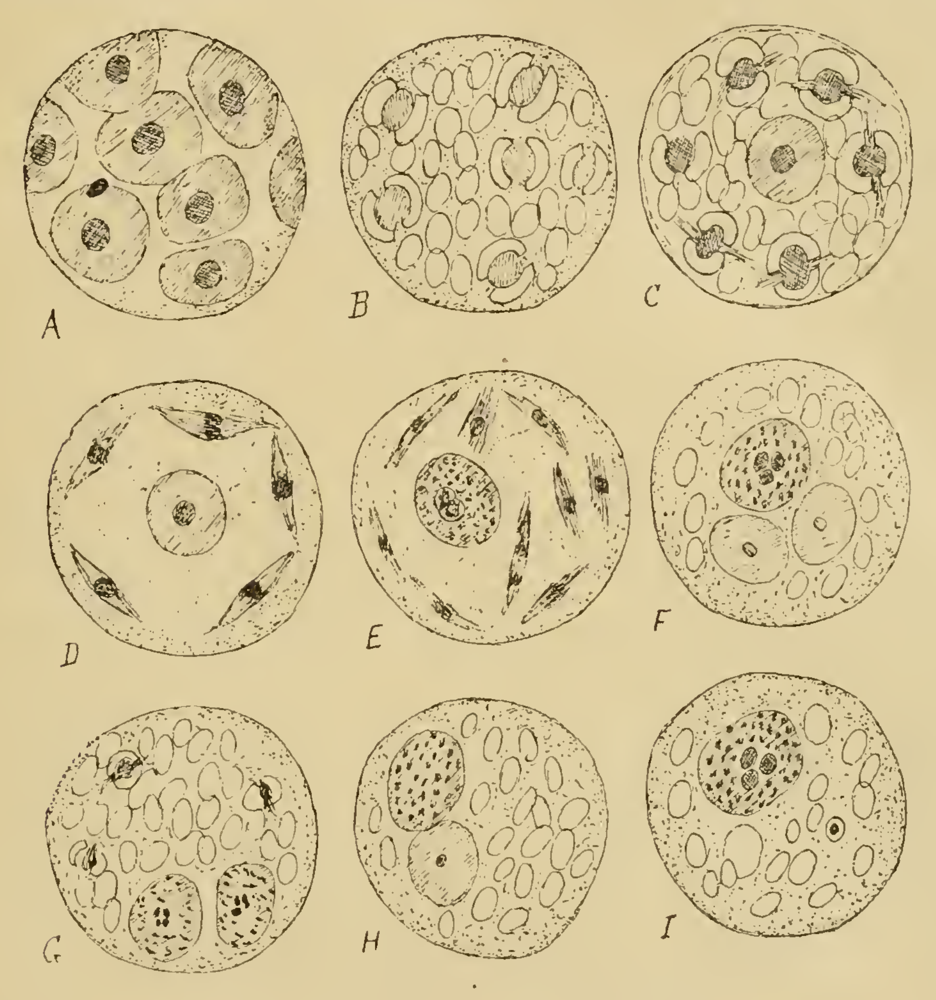


Fig. 13. — *Euglena polymorphe* sp. nov.

débordant plus ou moins de chaque côté se trouve le disque même du chloroleucite imprégné de chlorophylle (T. fig. 13, B, C).

Il n'est pas rare de rencontrer des individus chez lesquels on ne distingue que les pyrénoïdes, alors très gros avec leur revêtement de paramylon ; quelques-uns même, devenus presque incolores, laissent à peine distinguer trois ou quatre amas chromatiques, derniers vestiges

des pyrénoïdes (T. fig. 13, G) ; au milieu de très gros corpuscules de paramylon serrés les uns contre les autres.

Dans cette espèce, on observe facilement, sur les exemplaires maintenus quelque temps à l'obscurité la réduction graduelle des chloroleucites ; c'est la substance même des pyrénoïdes qui persiste le plus longtemps avec une teinte jaune clair (T. fig. 12, F) ; des masses rougeâtres apparaissent dans le cytoplasme.

Lorsque les cellules s'arrondissent, les chloroleucites se recourbent de diverses façons (T. fig. 12, D).

Les chromatophores se multiplient par bipartition ; le pyrénoïde se divise ; ses deux moitiés s'écartent, et la séparation se produit ; ce phénomène qui précède la division du corps est assez facile à observer dans cette espèce.

Il est probable que les chromatophores peuvent également prendre naissance dans le corps par simple différenciation du cytoplasme ; nous avons vu que ces éléments disparaissent graduellement lorsqu'on maintient les cultures à l'obscurité ; les choses se passent de deux manières un peu différentes : ainsi, dans les individus gorgés d'amidon, les pyrénoïdes persistent quelque temps avec leur calotte de paramylon ; on voit ensuite la substance des pyrénoïdes diminuer ; elle se réduit à un point au centre de la sphère amylacée ; finalement on ne voit plus rien ; reste-t-il cependant un centre de formation qui servira à la naissance d'un nouveau chloroleucite ? C'est ce qu'il est bien difficile de dire ; nous penchons toutefois pour la négative. Lorsque les chloroleucites ne comprennent qu'un disque avec pyrénoïde sans paramylon, la disparition ne suit pas une marche parallèle pour tous ces éléments ; nous avons noté, en effet, des individus qui possédaient encore trois chromatophores, d'autres un ou deux seulement (T. fig. 13 F, H) ; à la dernière limite que nous ayons observée, il n'existait plus dans le cytoplasme

en dehors du noyau, des grains de paramylon et du cytoplasme granuleux, qu'une seule sphérule qui pouvait être considérée comme un vestige du dernier chromatophore (T. fig. 13, I). Il est donc à peu près certain que les chromatophores perdent complètement leur individualité et se reforment à nouveau par différenciation du cytoplasme. Le noyau sur les individus en mouvement occupe à peu près le milieu du corps ; sur ceux qui sont au repos il est légèrement excentrique (T. fig. 13) ; le nucléole est entier ou fragmenté ; le nucléoplasme est assez rarement homogène ; on y distingue le plus souvent des granulations ou des taches chromatiques au nombre d'une trentaine ; quelques-unes affectent l'aspect de bâtonnets.

La bipartition du corps a lieu comme dans l'*Euglena splendens*, avec un axe nucléolaire simple ou fragmenté ; les chromospires restent très nettes pendant la division (P. III, fig. 7-10) ; au moment où les deux moitiés du noyau tendent à se séparer, on voit les chromosomes étirés suivant l'axe et reliés les uns aux autres par des trabécules (Pl. III, fig. 9). Il est impossible, dans ces conditions, de faire intervenir une division longitudinale de ces éléments ; l'aspect des figures correspond à une division transversale analogue à celle du nucléole lui-même. Les chloroleucites restent souvent visibles pendant la bipartition avec leur structure ordinaire.

Dans cette espèce, les individus jouissent au plus haut degré de la faculté de s'arrondir ; on les voit tourner lentement à l'intérieur de leur enveloppe ; ils forment ainsi à la surface de l'eau une couche plus ou moins épaisse ; il est facile de les voir reprendre la vie active ; ils se dégagent rapidement de leurs enveloppes, et celles-ci, privées de leur contenu, dessinent une sorte de réseau cellulaire.

Nous avons réussi, parfois, à colorer sous la membrane des granules, qui sont sans doute, comme dans l'*Euglena*

velata, l'*Euglena splendens*, l'*euglena granulata*, etc., en rapport avec la sécrétion gélatineuse ; mais ils sont beaucoup plus nombreux et plus petits que dans les espèces que nous venons de citer.

4° *Euglena flava* sp. nov.

Cette Euglène a été récoltée à la Cueilleet à la Cassette,

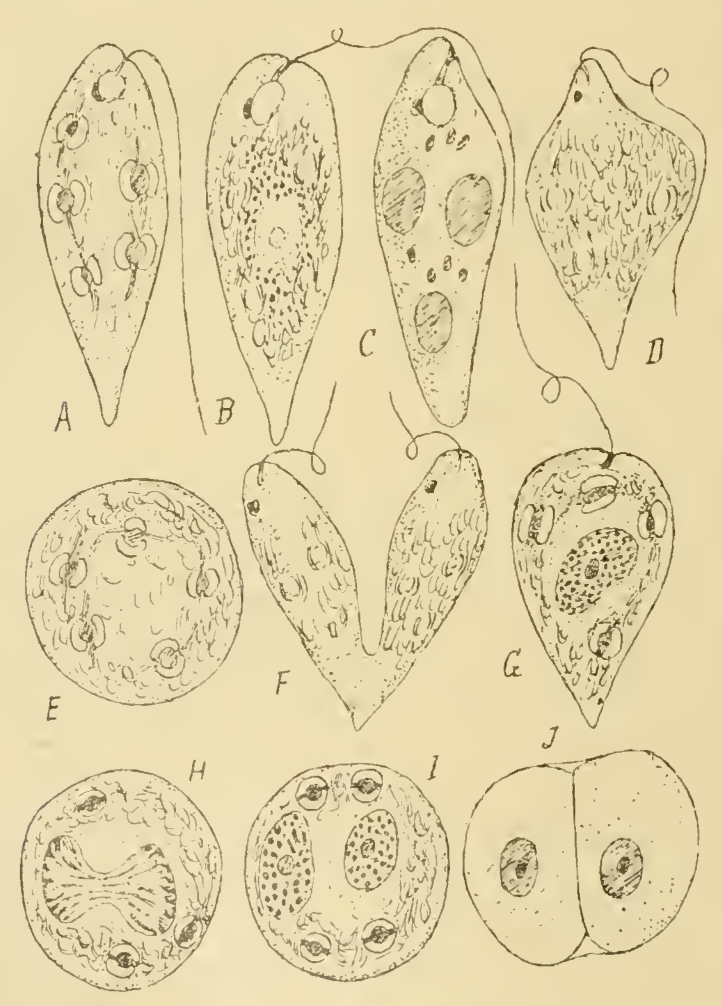


Fig. 14. — *Euglena flava.*

aux environs de Poitiers ; ses dimensions sont celles de l'*Euglena viridis* ; ainsi sa longueur ne dépasse guère 60 μ sur une largueur de 25 à 30 μ ; sa forme générale est

aussi celle de l'*Euglena viridis* ; mais la structure des chromatophores est très différente. Le corps renferme une dizaine ou une douzaïne de chloroleucites discoïdes disposés parallèlement à la surface (T. fig. 14, A) ; lorsqu'on les voit de profil, ils ont l'apparence de rubans ; au milieu se trouve le pyrénoïde qui est recouvert de deux calottes épaisses de paramylon. Nous avons vu quelques individus se colorer en rouge ; il se produisait, comme dans l'*Euglena sanguinea* un dépôt d'hématochrome en granules au centre de la cellule ; jamais cependant, ce dépôt n'a envahi le corps tout entier (T, fig. 14, B). Cette espèce a une tendance à se décolorer ; du moins, nous avons rencontré certains individus dont le nombre des chloroleucites était descendu à trois (T. fig. 14, C) ; le paramylon avait disparu, et à sa place on remarquait chez certains individus des corpuscules rougeâtres ou des sortes de vésicules renfermant des nodules noirs.

Les individus s'arrondissent facilement ; le flagellum, qui est de la longueur du corps, disparaît, et la cellule se divise en deux sous une mince enveloppe (T. fig. 14, J.)

Le noyau occupe le milieu du corps pendant la période d'activité (T. fig. 14, B, G) ; il est relativement très gros ; son contour est sphérique, polyédrique, quelquefois en forme de biscuit ; le nucléole est unique ; le nucléoplasme renferme un grand nombre de chromospires, près d'une quarantaine. La division du noyau se fait comme chez les autres espèces ; nous avons figuré cependant un stade de la métaphase qui montre nettement la marche du phénomène (T. fig. 14, H) ; les chromospires orientées à la périphérie des deux masses nucléaires encore réunies par des filaments incolores ; les nouveaux noyaux ont leurs chromosomes nettement délimités ; quelques-uns ont la forme de bâtonnets courts (T. fig. 14, I). Une mince cloison sépare les deux cellules filles ; dans

chacune d'elles, le noyau ne tarde pas à se contracter, et les chromospires disparaissent dans le nucléoplasme (T. fig. 14, I).

L'espèce se divise aussi pendant la période d'activité (T. fig. 14, F) ; mais ce phénomène est assez rare.

5° *Euglena sociabilis* sp. nov.

Cette espèce a été recueillie en compagnie de l'*Euglena deses* de l'*Euglena pisciformis* et de l'*Euglena velata* ; elle présente avec cette dernière des affinités assez grandes pour que la distinction réclame une certaine attention ; mais le mode de division permet de séparer nettement les deux espèces. La longueur du corps est de 85 μ environ sur 25 μ de largeur ; la cellule est arrondie à l'avant et terminée en pointe à l'arrière ; le point oculiforme est très apparent (T. fig. 15, A).

Le nombre des chloroleucites est moins élevé que dans l'*Euglena velata* ; il ne dépasse guère une dizaine ; les pyrénoïdes sont gros et recouverts de deux larges calottes de paramylon ; le chloroleucite lui-même n'a point l'apparence d'un disque comme dans les espèces précédentes ; on dirait plutôt que du pyrénoïde se détachent plusieurs rubans chlorophylliens ; pour comprendre cette structure, il suffit simplement de supposer que dans un chloroleucite étoilé du type de l'*Euglena velata*, les échancrures atteignent la surface du pyrénoïde.

Le noyau est médian ou légèrement postérieur ; il est moins gros que celui de l'*Euglena velata* et son contour est assez souvent irrégulier.

Cette espèce s'est divisée rapidement dans nos cultures ; la cellule s'arrondit et s'entoure d'une épaisse membrane ; elle renferme assez souvent beaucoup de paramylon en gros globules ovoïdes ou en bâtonnets ; les

chloroleucites se placent tangentiellement à la surface ; on voit parfois les rubans s'orienter presque perpendiculairement à la membrane constituant ainsi une sorte de couche corticale qui rappelle celle de l'*Euglena splendens*; les pyrénoïdes avec leur revêtement de paramylon sont

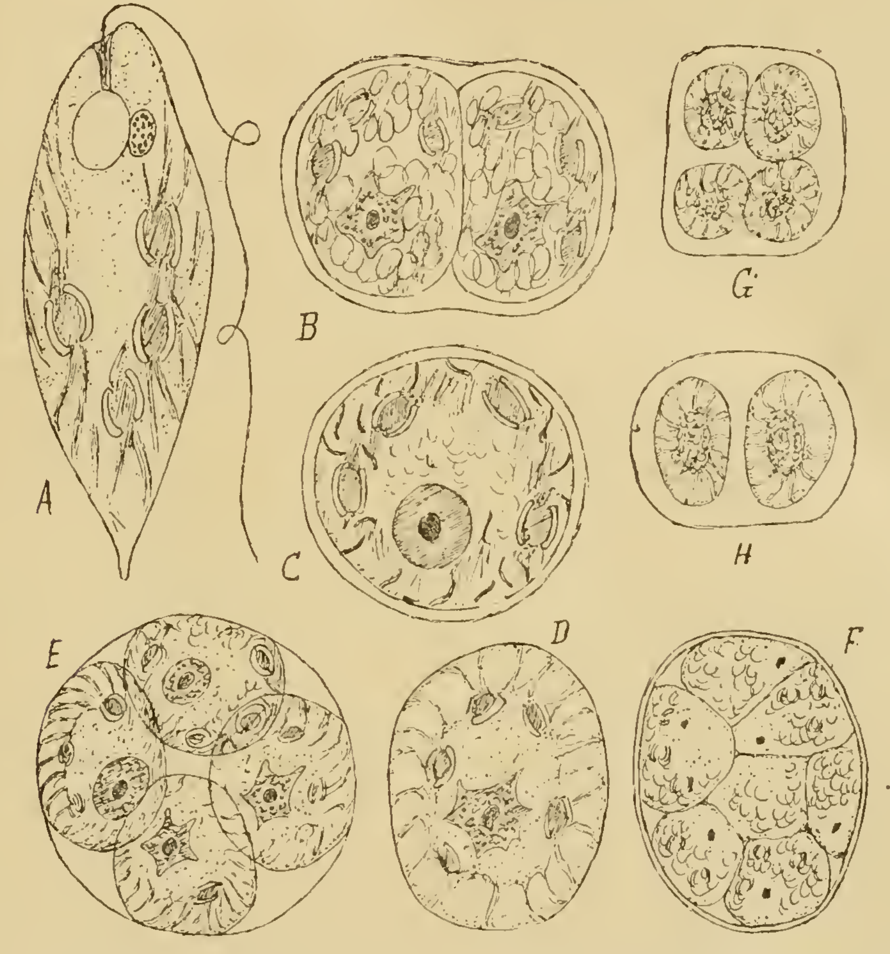


Fig. 15. — *Euglena sociabilis* sp. nov. gross. 800, sauf pour les figures F. G. H.

aplatis à la face interne de cette couche corticale (T. fig. 15, D, B, E).

Le noyau est excentrique et il conservera cette position dans les divisions qui vont suivre ; son contour est sphérique ou irrégulier ; cette dernière disposition est surtout prononcée dans les cellules qui renferment beaucoup de paramylon.

Dans la plupart des espèces d'Euglènes, les cellules filles

après la division se trouvent éloignées l'une de l'autre par une sécrétion de substance gélatineuse ; lorsque la seconde bipartition se produit, on ne trouve plus trace de la première membrane commune. Il en est tout autrement dans l'*Euglena sociabilis* ; les bipartitions se continuent sous la première enveloppe qui persiste : il en résulte des colonies sphériques de deux, quatre ou huit cellules (T. fig. 15, E, F) ; on peut dire que ces sortes de colonies ne diffèrent guère des sporanges de Chlamydomonadinées que par la lenteur des bipartitions ; toutes ces divisions sont longitudinales ; c'est à cause du déplacement des individus que le sens des cloisons paraît transversal ou irrégulier ; les cellules des colonies conservent leur point oculiforme et leurs chloroleucites ; c'est même en considérant la position du point oculiforme qu'on peut facilement vérifier la direction longitunale de la division.

En résumé, l'*Euglena sociabilis* est une espèce qui est nettement caractérisée par la forme de ses chloroleucites et par son mode de division.

Dans une culture en chambre humide qui a duré deux mois, cette espèce est toujours restée très distincte de l'*Euglena velata* avec laquelle elle se trouvait mélangée ; les colonies étaient de deux ou de quatre cellules ; la disposition rayonnante des chloroleucites était très remarquable ; il en résultait une sorte de couche corticale comme dans l'*Euglena sanguinea* ; le paramylon était peu abondant, mais l'enveloppe gélatineuse avait acquis une assez grande épaisseur (fig. 15, G, H).

6° *Euglena pisciformis* Klebs.

Cette espèce a été créée par Klebs qui en a donné une bonne description (1) ; elle existe aux environs de Poitiers,

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 302.

où on la rencontre assez fréquemment mélangée à d'autres espèces. Le corps est ovale allongé, se terminant progressivement en pointe (T. fig. 16, A); le point oculiforme a la forme d'un disque dans lequel on aperçoit de fines granulations rougeâtres; le flagellum est de la longueur du corps; il se détache facilement. C'est une des plus petites espèces du genre: sa longueur atteint à peine 30 μ et sa largeur est

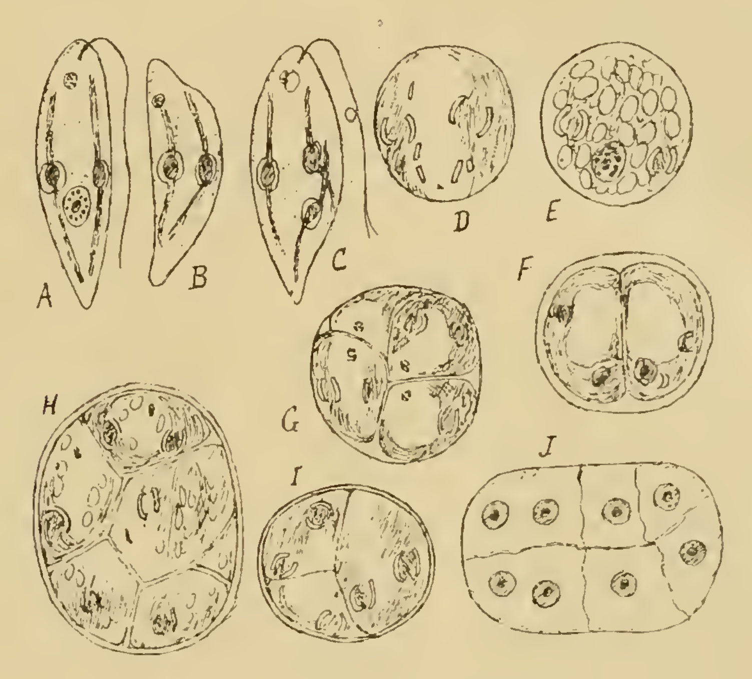


Fig. 16. — *Euglena pisciformis.*

de 6 à 7 μ ; on la reconnaît facilement à ses mouvements vifs qui ont quelque analogie avec ceux d'un poisson; lorsque ce mouvement cesse, le corps se déplace par métabolie en se déformant beaucoup (T. fig. 16, B).

La structure interne possède un caractère de fixité qui rend facile la détermination de cette espèce; il existe deux chloroleucites disposés parallèlement à l'axe et qui atteignent presque la longueur du corps; un pyrénoïde se trouve en leur milieu, recouvert d'une calotte d'amidon; quelques rares individus montrent trois chloroleucites (T. fig. 16, C) et même quatre; il est probable que l'origine de cette ano-

malie est la suivante ; les chloroleucites se divisant avant le noyau, il peut arriver que les individus reprennent leur état d'activité sans achever leur division ; ces individus possèdent alors trois ou quatre chloroleucites au lieu de deux ; à la bipartition suivante, l'équilibre se rétablit ; sans cela nous aurions des formes constantes dans l'espèce, ce qui ne semble pas avoir lieu.

Les individus qui vont se diviser se fixent aux parois des vases et s'arrondissent ; à l'intérieur de cette sphère, on distingue nettement les deux chloroleucites recourbés en arc ; la place des deux pyrénoïdes est indiquée par les deux calottes de paramylon (T. fig. 16, D) ; quelques granules de cette substance sont libres dans le cytoplasme. La sphère se recouvre bientôt d'une épaisse membrane ; à ce stade, la cellule est parfois remplie de gros grains de paramylon (T. fig. 16, E) ; le noyau est presque central, et on distingue le nucléole avec une douzaine ou une quinzaine de chromospires. La division se produit pendant la nuit ; comme dans l'espèce précédente, il y a formation de colonies de quatre ou de huit cellules (T. fig. 16, F, J) : les divisions ont lieu sous la membrane primitive qui se colore parfois en brun ; ces colonies sont remarquables par leur petitesse ; ainsi le diamètre de celles qui renferment huit cellules ne dépasse pas beaucoup 30 μ. On ne peut manquer aussi d'être frappé de la ressemblance qu'offrent ces colonies avec les formations palmelloïdes des Chlamydomonadinées et des autres Algues unicellulaires vertes. On arrive assez facilement à colorer le noyau des cellules dans ces colonies ; il est très petit ; son diamètre est de 3 à 4 μ ; on ne distingue qu'un petit nucléole, entouré d'un nucléoplasme homogène (T. fig. 16, J). A chaque bipartition, les deux choroleucites se divisent, de sorte que le nombre se maintient constant.

L'*Euglena pisciformis* Kl. est une des meilleures espèces ; elle est commune, avec des variations de taille assez sen-

sibles ; nous l'avons récoltée un très grand nombre de fois aux environs de Poitiers, et nous avons constaté sa présence au bord de la mer, dans une excursion aux Sables-d'Olonne.

7° *Euglena gracilis* Klebs.

Nous avons rencontré cette espèce une seule fois en explorant les divers bassins qui se trouvent chez les horticulteurs de Poitiers ; elle était en culture pure ; sa description correspond à la diagnose donnée par Klebs (1) mieux qu'au dessin qui en a été fourni par ce savant. Le corps a une forme cylindrique ou ovale (T. fig. 17, A, B) ; sa longueur est de 40 à 45 μ, sa largeur est de 10 μ environ ; le point oculiforme est réduit ; les chloroleucites discoïdes sont peu nombreux ; on en compte douze ou quinze. Il y a là une légère différence avec la description de Klebs qui attribue à cette espèce des chloroleucites nombreux, tellement pressés les uns contre les autres que le corps semble uniformément coloré en vert (2). Dans notre récolte, au contraire, les chloroleucites étaient assez espacés ; on trouve bien au centre un pyrénoïde arrondi, mais il n'est pas recouvert de paramylon ; cette substance manquait complètement dans la plupart des cellules ; dans quelques-unes cependant on apercevait deux ou trois petits bâtonnets (T. fig. 17, C).

Le mouvement de ces Euglènes est très vif ; elles se portent en masse du côté de la lumière, et arrivées sur les bords de la soucoupe, elles se fixent, deviennent immobiles et prennent une forme ovale ou arrondie (T. fig. 17, D, F) ; cette espèce s'est montrée très délicate, et il nous a été impossible de la conserver longtemps.

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 303.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, p. 330.

Le noyau est assez gros ; il est situé un peu au-dessous du centre ; dans les cellules arrondies, il est excentrique (T. fig. 17, D).

La division de la cellule a été observée au bout de cinq jours de culture ; elle a lieu sous la forme ovale ou sphérique; les deux cellules filles ne sont point entourées d'une membrane commune (T. fig. 17, E, G). A la prophase, on distingue de nombreuses chromospires dans le nucléoplasme ; pendant la période de repos, le noyau est plus petit, et le nucléoplasme est homogène. Les pyrénoïdes tendent à disparaître pendant la division, mais le fait n'est pas général.

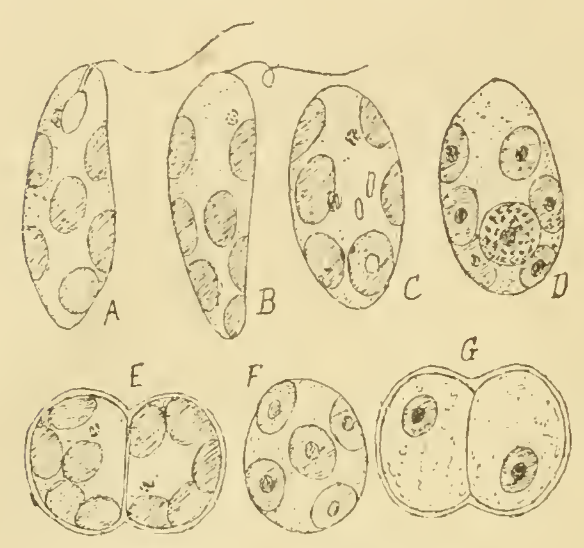


Fig. 17. — *Euglena gracilis.*

Klebs fait remarquer que cette espèce se distingue par la délicatesse du corps et sa transparence : c'est ce qui nous a décidé à identifier notre espèce avec la sienne, mais nous ne saurions affirmer que c'est bien la forme étudiée par Zumstein sous ce nom.

8° *Euglena deses* Ehrbg.

Cette espèce a été distinguée pour la première fois par Ehrenberg en 1832, puis décrite plus complètement par ce même savant en 1838 (1) ; le corps ressemble à un fil non élastique ; il n'est jamais fusiforme, mais seule-

(1) Ehrenberg : *Loc. cit.*

ment cylindrique ; jamais nageant, mais rampant (1). D'après la description de Dujardin, le corps est très allongé, cylindrique, obtus ou terminé en pointe peu marquée, flexible et contractile de diverses manières, mais avec lenteur ; vert. — Longueur de 0, 07 à 0, 112. — Largeur 0, 011 (2). Les trois figures que Stein consacre à cette espèce nous montrent que le corps peut être terminé en pointe ; le noyau est central, les chloroleucites ont la forme de courts bâtonnets et les corpuscules de paramylon dispersés dans le corps sont rectangulaires allongés (3) ; à côté de cette forme jeune, Stein en représente une plus âgée dans laquelle l'extrémité postérieure du corps est



Fig. 18. — *Euglena deses*, v[te] *intermedia*.

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 363.
(2) Stein : *Loc. cit.*, T. XX, fig. 14-16.

arrondie, alors que les chloroleucites sont discoïdes (1).

Klebs sépare cette dernière forme de la première sous le nom d'*Euglena Ehrenbergii* sp. nov. et dans la description qu'il donne de l'*Euglena deses* (2), il distingue deux variétés; la première possède des chloroleucites en bâtonnets courts avec un pyrénoïde apparent, mais nu; les grains de paramylon sont petits, oblongs ou en courts cylindres. Dans la variété β *intermedia* les chloroleucites sont discoïdes, sans pyrénoïdes; cette variété est caractérisée par la présence au-dessus et au-dessous du noyau de quelques longs bâtonnets de paramylon assez gros; elle établit la transition avec l'*Euglena Ehrenbergii*; cette dernière espèce se distinguerait par ses dimensions plus grandes, par ses extrémités arrondies, par son gros point oculiforme bombé; les grains de paramylon sont en bâtonnets fins et longs, souvent recourbés; mais ils peuvent être aussi cylindriques, aplatis ou discoïdes; les chloroleucites sont dépourvus de pyrénoïdes (3).

Nous avons récolté cette espèce plusieurs fois et nous pensons qu'aucun de ces caractères n'est constant. Nous avons étudié tout d'abord une forme sans pyrénoïdes: les chloroleucites étaient *nettement discoïdes* et *dépourvus de pyrénoïdes*. Immédiatement après la récolte, les individus de grosse taille étaient les plus nombreux; le corps se contracte, s'aplatit, se recourbe avec la plus grande facilité; il est arrondi à ses deux extrémités (T. fig. 18, A, B, C); le point oculiforme situé à côté de la vacuole principale est très large; à l'intérieur du cytoplasme, on aperçoit quelques bâtonnets de paramylon; leur grosseur et leur longueur présentent des variations sensibles; d'autres grains de même substance, mais beaucoup plus petits, sont disséminés çà et là entre les chlo-

(1) Stein : *Loc. cit.*, T. XX, fig. 14-16.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, p. 303-304.
(3) Klebs : *Loc. cit.*, p. 304-305.

roleucites ; nous avons vu aussi quelquefois deux corpuscules en anneau mélangés aux bâtonnets ordinaires (T. fig. 18, A) ; parfois le corps est complètement rempli de gros grains de paramylon (T, fig. 18, F, G).

Cette espèce d'Euglène correspond exactement à celle qui a été considérée par Klebs comme nouvelle sous le nom d'*E. Ehrenbergii* ; elle rappelle également la forme âgée de l'*Euglena deses* figurée par Stein.

Nous avons continué nos cultures pendant quelque temps afin de pouvoir choisir entre l'opinion de Klebs et celle de Stein ; or, toutes les transitions existaient entre les gros individus que nous venons de décrire et d'autres plus petits ; ceux-ci étaient vermiformes : le corps *très allongé*, cylindrique, se termine en pointe ou s'arrondit en se contractant (fig. 18); le corps se recourbe fréquemment sur lui-même ; l'organisation générale n'a pas changé; on retrouve dans le cytoplasme des chloroleucites discoïdes dépourvus de pyrénoïdes et des bâtonnets de paramylon.

Pour nous, il est absolument hors de doute qu'il s'agit là d'une seule et même espèce pouvant présenter des différences de taille considérables; afin d'écarter toute chance d'erreur, nous avons étudié la structure du noyau ; celui-ci présente les mêmes caractères dans tous les exemplaires ; il est gros, allongé en biscuit dans le sens de l'axe (T. fig. 18, D, E) ; au milieu se trouve le nucléole ; ce dernier est rarement arrondi ; presque toujours, il est étiré en un cordon chromatique entier ou fragmenté ; le nuécloplasme s'est toujours montré homogène.

En résumé, il nous était impossible de maintenir une distinction spécifique entre les gros individus à extrémités arrondies, atteignant une longueur de 200 μ ou davantage et les plus petits ne dépassant pas 70 μ, puique nous observions toutes les transitions, tant sous le rapport de la distribution et de la forme des grains de paramylon que sous celui de la morphologie générale.

Au bout d'un mois de culture, nous trouvions quelques individus au stade de repos ayant une forme assez variable ; ils étaient remplis de paramylon, en gros bâtonnets mélangés à des corpuscules plus petits (T. fig. 18, F, G).

D'autres individus étaient restés à la période d'activité; ils rampaient sur les bords de la soucoupe ; le noyau se prête facilement à toutes les déformations que subit le corps pendant ce mouvement ; il peut même se replier complètement sur lui-même (T. fig. 18, J) ; d'autres aspects ont une signification moins précise. Il n'est pas très rare, en effet, de trouver des noyaux séparés en deux moitiés par une mince cloison perpendiculaire à l'axe du corps (T. fig. 18, K) ; nous ne saurions dire s'il s'agit d'une division anormale ; car malgré le grand nombre de préparations que nous avons examinées, nous n'avons jamais rencontré d'autres stades intermédiaires.

La forme que nous venons de décrire correspond donc selon nous à l'*E. deses* variété *β intermedia* Kl. et à l'*Euglena Ehrenbergii* du même auteur.

Selon Schmitz, il serait préférable d'éleverla variété *intermedia* au rang d'espèce (1) ; on conserverait le nom d'*Euglena deses* à celle qui possède des chloroleucites avec pyrénoïde central.

Cette distinction spécifique nous paraît superflue ; en effet, il est impossible, sans le secours des réactifs, de reconnaître dans une récolte d'*Euglena deses*, s'il s'agit de la forme possédant des pyrénoïdes ou de la forme qui en est dépourvue : de plus, ces pyrénoïdes sont loin de se présenter toujours avec le même caractère de netteté ; parfois ce pyrénoïde se colore nettement ; son contour est très distinct de la zone incolore du chloroleucite qui l'entoure (T. fig. 19, E) ; mais parfois le pyrénoïde est

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 39.

mal délimité, peu apparent ; il se continue insensiblement avec la substance même du chloroleucite.

En dehors de la différence de structure du chloroleucite, les deux formes ont exactement la même allure générale.

Nous avons recueilli à diverses reprises l'*Euglena deses* type, celle qui possède des pyrénoïdes ; dans l'une de ces récoltes, le protoplasma était très granuleux ; le cytoplasme était dépourvu de paramylon ou il n'en renfermait que très peu (T. fig. 19, A, F) ; dans une autre récolte, au contraire, les cellules renfermaient cette substances à des degrés variables ; les corpuscules étaient groupés en deux amas (T. fig. 19, B) ou bien disséminés (T. fig. 19, C).

En poursuivant en chambre humide, pendant plus de trois mois, la culture de la première récolte, nous avons vu que le paramylon, d'abord absent dans la cellule, a fini par l'envahir tout entière.

Au début, quelques Euglènes se sont décolorées (T. fig. 19, J) ; les chloroleucites étaient remplacés par des granulations rougeâtres et le noyau était envahi par un parasite que nous nous proposons de décrire en détail : ces Euglènes, devenues ainsi incolores, avaient conservé leur vitalité, ainsi qu'en témoignaient leurs mouvements ; elles ont fini cependant par mourir.

La plupart des autres Euglènes ont conservé leur vitalité ; au bout de plusieurs semaines, elles étaient devenues immobiles et plus ou moins contractées ; certaines possédaient encore la forme générale de l'espèce et même la petite pointe incolore postérieure ; d'autres étaient arrondies aux deux extrémités ; toutes étaient remplies de grains de paramylon dont quelques-uns en bâtonnets (T. fig. 19, G, H).

A la fin du second mois, on observait quelques divisions s'effectuant à l'intérieur d'une enveloppe gélatineuse

(T. fig. 19, I) ; plusieurs ont eu lieu dans les cellules de la forme II.

Nous avons obtenu récemment une belle récolte d'*Eu-*



Fig. 19. — *Euglena deses* type.

glena deses, dans laquelle les divisions ont été nombreuses : les chloroleucites possédaient un pyrénoïde ; il s'agissait donc de la forme type. La fixation a été faite à 10 h. du soir ; dans beaucoup d'individus, la division était commencée ; elle n'était terminée que chez quelques-uns seulement. Les individus sont entourés d'une couche gé-

latineuse ainsi que Klebs l'a indiqué ; mais elle est plus ou moins épaisse. Le noyau se porte à l'avant, au-dessous de la vacuole principale : son nucléole est unique à ce moment ; le nucléoplasme a une apparence homogène. Le nucléole s'allonge transversalement et atteint la surface nucléaire ; il n'est pas toujours exactement central ; il continue à s'étendre et atteint presque la paroi de la cellule ; le nucléoplasme l'accompagne ; à ce stade, l'ensemble du noyau a un contour elliptique et sa substance paraît fibreuse dans le sens de l'axe.

Pendant cette division, beaucoup d'individus sont renflés à l'avant et à l'arrière et contractés en leur milieu ; au-dessous du noyau, on aperçoit trois ou quatre bâtonnets de paramylon et un grand nombre de corpuscules de même nature, dispersés un peu partout dans le cytoplasme ; l'échancrure antérieure et la vacuole principale sont encore indivises.

Les deux noyaux frères deviennent indépendants comme chez les autres espèces d'Euglènes ; ils se trouvent alors accolés à la paroi : une échancrure se produit qui s'étend de l'avant à l'arrière du corps et sépare les deux individus (pl. IV, fig. 1, 2, 3, 4).

Le mucus gélatineux qui entoure les cellules en division était plus ou moins abondant.

2e GROUPE.

Ce groupe comprend les espèces qui possèdent des chloroleucites disciformes sans pyrénoïdes ; elles ont comme caractère assez général la propriété de se diviser longitudinalement sans modifier leur forme comme dans les espèces étudiées précédemment ; elles se rencontrent en moins grand nombre. La métabolie y est très faible, ou nulle ; elles établissent le passage au genre *Phacus*.

1° *Euglena oxyuris* Schmarda.

Espèce de grande dimension ; longueur 490 μ ; largeur 30-40 μ. Enveloppe épaisse à stries relevées en sillons et disposées en spirale. Le corps est allongé, cylindrique ou quelque peu aplati, terminé à la partie postérieure en une pointe incolore effilée. Noyau médian, à contour elliptique; nucléole très gros et fragmenté en nombreux corpuscules : deux gros grains de paramylon à stries concentriques disposés l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau ; le cytoplasme renferme, en outre, d'autres corpuscules de cette même substance beaucoup plus petits et dispersés dans le cytoplasme. Le canal antérieur est limité par une paroi à double contour se colorant en rouge par les réactifs nucléaires. Chloroleucites petits, nombreux, discoïdes. Flagellum atteignant la moitié de la longueur du corps, peu mobile.



Fig. 20. — *Euglena oxyuris.*

Le mode de division n'a pas été observé et les kystes sont inconnus.

On rencontre quelques individus dont le corps présente une torsion avec deux ou trois tours de spirale.

Nos observations montrent que le noyau est allongé en biscuit comme dans l'*Euglena deses* (T. fig. 20) ; le nucléole est constitué par de nombreux petits fragments : le nucléoplasme est homogène comme dans les espèces qui se divisent rarement.

2° *Euglena tripteris* (*Phacus tripteris* Dujard).

Cette espèce a quelque rapport avec la précédente, ce qui explique pourquoi Stein la considérait comme une forme jeune de l'*Euglena oxyuris* ; nous partageons l'avis de Klebs qui lui conserve son autonomie (1). Ses dimensions atteignent en longueur 70 à 80 μ et sa largeur 12 à 14 μ : la torsion du corps, qui est aplati, est parfois assez prononcée pour donner l'apparence d'ailes comme dans le *Phacus alata* ; il existe deux corpuscules de paramylon, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau ; ils ont la forme de gros bâtonnets et non celle d'un anneau comme dans l'*Euglena oxyuris* (T. fig. 21) ; les stries de la membrane sont très accusées.

Le corps est presque rigide: la métabolie est rare et faible ; nous touchons avec cette espèce au genre *Phacus*.

Fig. 21. — *Euglena tripteris*. D'après Stein.

Nous n'avons rencontré cette espèce que rarement.

3° *Euglena acus* Ehrbg.

Corps très allongé, cylindrique ou en forme d'aiguille, terminé en pointe fine à l'extrémité postérieure. Flagellum assez court ; membrane épaisse et striée. Noyau central. Chloroleucites nombreux, petits, discoïdes, paramylon en gros bâtonnets plus ou moins nombreux, dispersés dans le cytoplasme (T. fig. 22). La division est longitudinale, sans changement préalable dans la forme du corps. Enkystement inconnu. Klebs a décrit une variété β *mutabilis*

Fig. 22. — *Euglena acus*.

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 306.

qui se distingue du type principalement par sa métabolie, ses dimensions plus faibles et ses corpuscules de paramylon qui sont courts, petits et cylindriques; une autre variété γ *hyalina* est incolore.

Cette espèce a été rencontré à Poitiers et à Ségrie, mais toujours en exemplaires isolés.

4° *Euglena spirogyra* Ehrbg.

Le corps est allongé, cylindrique ou aplati, terminé par une pointe courte et incolore ; la membrane est recouverte de ponctuations disposées en spirale et colorées en jaune ou en brun par un oxyde de fer. Le flagellum est moins long que le corps. Chloroleucites nombreux discoïdes. On reconnaît facilement cette espèce à la présence de deux gros corpuscules de paramylon en forme d'anneau qui sont placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau (T. fig. 23). Division longitudinale, sans modification de la forme du corps.

Klebs a décrit une variété β *fusca* qui se distingue du type par sa coloration brune, par ses ponctuations plus grosses. Le flagellum est de la longueur du corps (1).

Nous avons rencontré plusieurs fois cette espèce, soit à Poitiers, soit dans la Sarthe, mais sans pouvoir observer la division ; le noyau de forme arrondie occupe une position médiane : son nucléole est unique ou fragmenté ; le nucléoplasme était homogène.

FIG. 23. — *Euglena spirogyra.*

GENRE EUTREPTIA *Perty.*

Ce genre se distingue des *Euglena* par l'existence de deux

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 307.

flagellums au lieu d'un seul ; on ne connaît actuellement qu'une seule espèce ; nous avons retrouvé dans nos notes anciennes une mention indiquant sa présence aux environs de Caen ; depuis nous ne l'avons pas revue ; sa description, d'après Klebs, est la suivante (1) :

Eutreptia viridis Perty.

Cette espèce rappelle dans son organisation l'*Euglena viridis* ; elle en diffère par ses deux flagellums et ses chloroleucites discoïdes sans pyrénoïdes (T. fig. 24). Le noyau est situé dans la partie antérieure de la cellule ou au milieu ; il possède un nucléole. La métabolie rappelle celle de l'*Astasia margaritifera* ; les flagellums sont de la longueur du corps ; celui-ci a une forme conique, et son extrémité postérieure se termine par une longue pointe incolore. Les individus perdent facilement leurs flagellums, la cellule s'arrondit et s'entoure d'une membrane ; c'est sous cette forme qu'elle se divise très probablement. La longueur est de 49 μ sur 13 μ de largeur.

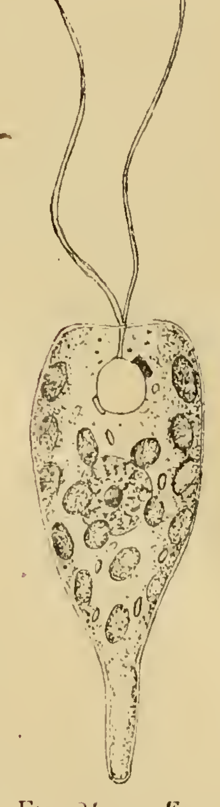


FIG. 24. — *Eutreptia viridis.*

GENRE COLACIUM *Ehrbg*

Ce genre n'a guère été étudié que par Stein qui en a figuré trois espèces : *Colacium calvum*, *C. arbuscula* et *C. vesiculosum* (2) ; les cellules possèdent, selon Klebs, l'organisation de l'*Euglena viridis*, seulement les chloroleucites sont discoïdes. En réalité, ce genre est insuffisamment connu ; les figures de Stein semblent indiquer l'existence dans le *C. calvum* de chloroleucites discoïdes

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 315.
(2) Stein : *Loc. cit.*, T. XXI.

avec pyrénoïdes recouverts de paramylon comme dans l'*Euglena velata* et les espèces voisines ; la cellule du *Colacium arbuscula* ressemble davantage à l'*Euglena gracilis*. Le caractère principal du genre consiste dans la sécrétion à la partie antérieure du corps d'une sorte de pédicelle simple ou ramifié sur lequel repose l'Euglène ; ces pédicelles sont fixés à la surface des petits crustacés d'eau douce ou sur d'autres supports. Les individus libres ont un flagellum de la longueur du corps ; ils présentent des mouvements de métabolie comme les autres Euglènes. La division a lieu pendant la période de fixation ; elle est longitudinale.

1° *Colacium calvum* Stein.

Corps cylindrique, arrondi à ses deux extrémités ; très contractile ; la partie antérieure, sur les individus libres,

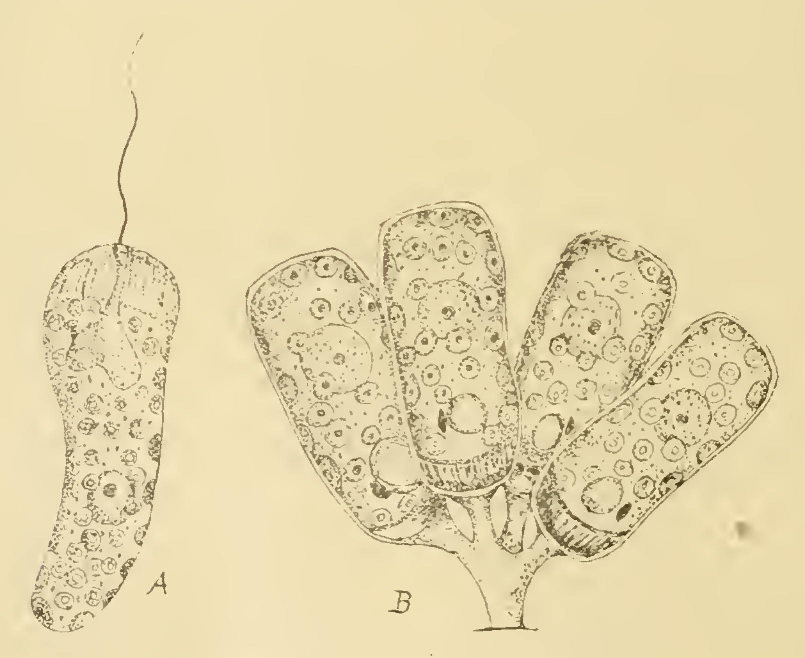


Fig. 25. — *Colacium calvum*. D'après Stein.

présente une large zone incolore striée dans le sens de l'axe. Le noyau est situé au tiers postérieur du corps ; le cytoplasme renferme un grand nombre de chloroleu-

cites discoïdes à pyrénoïde central recouvert de paramylon (T. fig. 25).

La cellule sécrète à sa partie antérieure un pédicelle gros et court sur lequel elle se divise dans le sens longitudinal ; chacune des cellules filles sécrète alors pour son propre compte un nouveau pédicelle.



Fig. 26. — *Colacium arbuscula.* D'après Stein.

2° *Colacium arbuscula* St.

Très jolie espèce ; cellules portées sur de très longs pédicelles minces et ramifiés ; elles ont une forme ovale arrondie ; le noyau est médian ; les chloroleucites sont discoïdes sans pyrénoïdes ; l'organisation générale est à en juger d'après le dessin de Stein, complètement semblable à celle de l'*Euglena gracilis* (T. fig. 26).

3° *Colacium vesiculosum* Ehr.

Cette espèce, pendant la période de liberté, ressemble

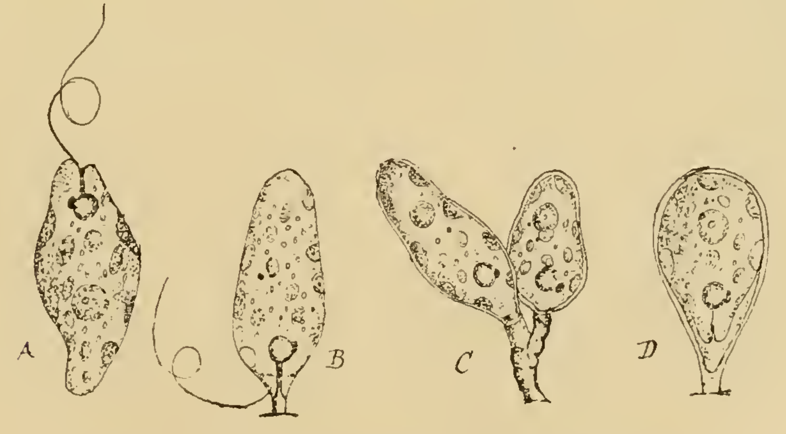


Fig. 27. – *Colacium vesiculum.* D'après Stein.

à l'*Euglena viridis* ; mais elle semble en différer par la

structure et la disposition de ses chloroleucites qui sont discoïdes ; les individus se fixent par l'avant et sécrètent un pédicelle qui reste très court ; il en résulte que ces pédicelles, dans les colonies un peu nombreuses, sont difficiles à distinguer (T. fig. 27).

Les espèces de ce genre ont été rarement rencontrées : nous trouvons cependant les deux dernières espèces signalées dans la flore véronèse (1).

GENRE ASCOGLENA *Stein.*

Ce genre a été créé pour une Euglène qui habite à l'intérieur d'une sorte de loge ; on n'en connaît qu'une espèce (2).

Ascoglena vaginicola Stein.

Cette espèce a été découverte par Stein qui en a donné une bonne figure, mais sans y ajouter de description. Selon Klebs, le corps ressemble à celui de l'*Euglena gracilis* ; le flagellum est de la longueur de la cellule. La caractéristique du genre est la présence d'une loge à paroi finement ponctuée, colorée en jaune ou en brun par un oxyde de fer ; celui-ci ne se fixe pas à la partie antérieure de la loge qui reste ainsi incolore (T. fig. 28). L'Euglène est fixée par sa pointe postérieure au fond de cette loge ; c'est là qu'elle se divise ; ensuite l'une des cellules filles sort et nage librement jusqu'au moment où elle se sécrète une nouvelle demeure.

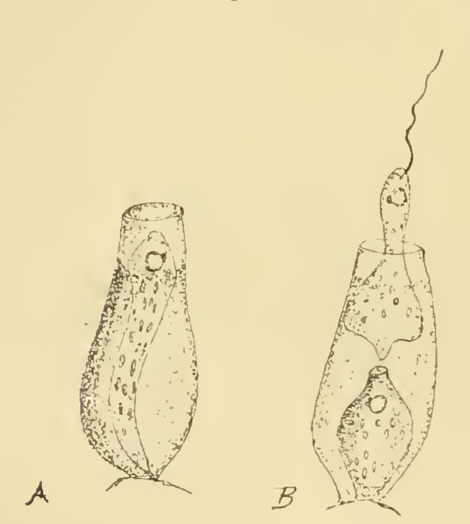


Fig. 28. — *Ascoglena vaginicola.* D'après Stein.

(1) Consulter Achille Forti : *Contributo 4 alla conoscenza della florula ficologica Veronese.*
(2) Stein : *Loc. cit.*, T. XXI, fig. 35-36.

GENRE PHACUS *Nitzsch.*

Le genre Phacus a été créé par Nitzsch pour une espèce que Muller avait décrite sous le nom de *Cercaria pleuronectes*; Ehrenberg l'avait réunie à son genre *Euglena*. Dujardin est revenu au genre *Phacus*, caractérisé par un tégument privé de contractilité et une forme invariable, alors que dans les Euglènes le tégument contractile permet aux individus de changer de forme à chaque instant. Cette différence n'est pas aussi tranchée que le pensait Dujardin ; en effet, nous trouvons des espèces d'Euglènes, comme l'*E. acus*, l'*E. oxyuris* dont la métabolie est très faible ; il en est même une, comme nous l'avons vu, l'*E. tripteris*, que Dujardin plaçait dans le genre *Phacus* ; d'autre part, la métabolie se rencontre, à un faible degré, il est vrai, dans certains *Phacus* comme le *P. pyrum* (1). Bien qu'il existe quelque difficulté à délimiter exactement les deux genres, il est avantageux néanmoins de les conserver ; sauf pour une ou deux formes critiques, il est toujours facile, même à un examen rapide, de distinguer une Euglène d'un *Phacus*.

La définition donnée par Dujardin de ce dernier genre était celle-ci (2).

« An. à corps aplati et comme foliacé, ordinairement vert et orné d'un point rouge en avant, avec un filament flagelliforme et revêtu d'un tégument membraneux résistant, prolongé postérieurement en manière de queue. »

Dujardin plaçait le genre *Phacus* dans ses *Thécamonadiens* et rangeait le genre *Euglena* dans les Eugléniens ; il n'y a pas lieu de les séparer ainsi à grande distance ; nous sommes de l'avis de Klebs qui rapproche les deux genres sans les confondre.

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 314.
(2) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 334.

1° *Phacus pleuronecte* Nitsch.

Cette espèce est sans doute la plus commune du genre; Dujardin nous apprend qu'elle a été rencontrée dans presque toute l'Europe; lui-même l'a observée dans une

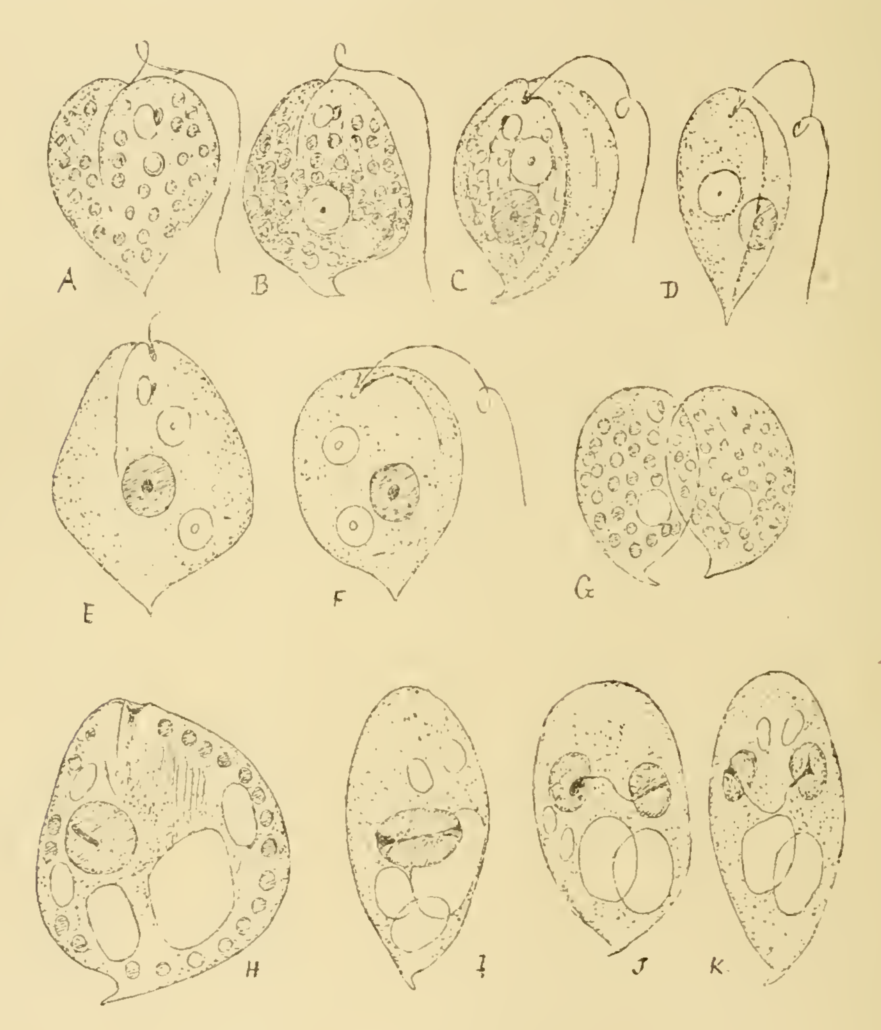


Fig. 29. — *Phacus pleuronectes.*

eau stagnante des côtes du Calvados ; dans des eaux marécageuses infectes des environs de Paris, dans l'eau de l'étang de Meudon et pour la première fois en grandes masses à Toulouse, dans l'eau des fossés du boulevard (1).

Le corps est très aplati, foliacé, un peu plus long que

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 336-337.

large ; arrondi à ses deux extrémités, dont l'une, la postérieure, se termine brusquement par un mucron incolore recourbé ; l'un des côtés se relève dans sa partie médiane en une crête longitudinale qui limite ainsi une sorte de sillon ; la membrane possède des stries longitudinales assez espacées ; le noyau est rapproché de la partie postérieure ; à son voisinage existe un très gros corpuscule de paramylon, de forme discoïde, qui est situé au-dessus ou au-dessous du noyau. Le point oculiforme est placé à côté de la vacuole principale. Chloroleucites petits, assez nombreux, discoïdes (T. fig. 29, B, G).

La membrane est très résistante ; tandis que celle de l'*Euglena viridis*, sous l'influence de la pepsine, a presque complètement disparu au bout de 24 heures ; celle du *Phacus* reste inaltérée ; elle est un peu soluble dans les acides et les alcalis (Klebs) ; il n'est pas rare de trouver des enveloppes vides qui ont persisté, après la destruction du cytoplasme ; on distingue alors très facilement la crête médiane et les sillons longitudinaux. La crête médiane produit à la partie antérieure du corps l'effet de deux lèvres : placée sur le côté convexe du corps, elle est parfois assez proéminente pour donner à la section transversale du corps un contour triangulaire. L'aspect du corpuscule de paramylon est variable ; il est fréquemment sphérique et montre des stries concentriques jusqu'au centre ; parfois la surface offre l'aspect d'un anneau ; quelquefois ce corpuscule paraît creux ; d'autres grains de paramylon sont disséminés en plus ou moins grand nombre dans le cytoplasme.

Le flagellum, très long, est inséré au fond d'une échancrure, sur une petite plage de cytoplasme chromatique (T. fig. 29, C, D).

Le développement est très complet dans cette espèce : il comprend une division à l'état libre, une division à l'intérieur d'une enveloppe gélatineuse et un enkystement.

Si la division à l'état libre est connue, les détails nous manquent sur la manière dont elle se produit; ayant rencontré quelques individus en bipartition (T. fig. 29, G), nous avons pu saisir les points les plus importants du phénomène; ainsi, il faut tout d'abord remarquer que nous sommes en face d'une cellule dont les trois dimensions sont différentes; l'épaisseur est faible par rapport à la largeur, et celle-ci est de son côté plus petite que la longueur. Comment va s'orienter le fuseau nucléaire? Elle est exactement inverse de celle qui est prévue par la loi d'Hertwig et de Pflueger; le nucléole s'allonge suivant l'épaisseur, c'est-à-dire dans le sens de la dimension la plus faible. La division est longitudinale et de plus elle se fait suivant l'épaisseur du corps.

Lorsque nous examinons la structure de la cellule au moment de sa division, nous constatons la disparition du flagellum : au niveau de l'insertion se trouve une tache très chromatique (T. fig. 29, H); du reste, le cytoplasme se colore assez facilement par le picro-carmin et l'hématoxyline; nous avons des préparations où il avait pris, tout autour du noyau, une teinte vineuse; cette chromaticité est assez rare chez les Eugléniens.

Le noyau, qui est ordinairement postérieur, devient médian; les chromospires étaient indistinctes dans nos préparations : ce n'est guère qu'à la prophase que nous avons aperçu quelques traces de striations.

Au-dessous du noyau, on trouve généralement, à ce moment, deux corpuscules de paramylon de grosseur sensiblement égale ; il en existe d'autres de taille plus petite disséminés sans ordre dans le cytoplasme (T. fig. 29, H, I, J, K).

Le nucléole s'allonge perpendiculairement aux deux faces planes; comme il rencontre les parois de la cellule à ses deux extrémités, il ne peut subir son extension complète qu'à la condition de se bomber en son

milieu ; c'est ce que nos figures montrent nettement. Après la division la cellule mère se trouve séparée en deux dans son épaisseur, et chaque cellule fille est reconstituée avec la forme générale de l'espèce ; chacune emporte avec elle un des deux gros corpuscules de paramylon.

Le *Phacus pleuronectes* se multiplie également à l'intérieur d'enveloppes gélatineuses, ainsi que nous l'avons établi depuis longtemps (1). Il donne naissance de cette façon à des colonies palmelloïdes analogues à celles que nous avons vues chez les *Cryptomonas* ; « ces colonies se produisent en grand nombre, mais il faut savoir les trouver ; il est difficile de les obtenir dans les cultures ordinaires ; on ne peut guère qu'assister au début ; ce sont les plus gros individus qui sont destinés à former les colonies ; ils perdent la pointe incolore qui se trouve à l'extrémité postérieure du corps, leur flagellum disparaît, le protoplasma se condense ; ils arrondissent leurs contours ; on croirait alors avoir affaire à une espèce différente ; puis le *Phacus* tourne lentement sur lui-même et cela peut durer assez longtemps ; on constate alors facilement l'existence d'une enveloppe mucilagineuse, à stries concentriques, qui s'élargit de plus en plus ; le mouvement cesse et la division se produit ; toute trace de la carapace avec ses stries caractéristiques a disparu ; il y a formation de deux cellules, dont on reconnaît très bien la nature au gros corpuscule de paramylon qui se trouve dans chacune d'elles ; c'est même la présence constante de ce corpuscule qui permet de reconnaître à coup sûr les colonies peu nombreuses de *Phacus*, au milieu des autres cellules d'algues ; ces colonies se trouvent dans les réservoirs d'eau ; il est bon de gratter les parois de ces réservoirs, de placer les résidus obtenus dans une cuvette peu profonde et de les dissocier ; on arrive ainsi

(1) P.-A. Dangeard : *Recherches sur les Eugleneæ et les Cryptomonadineæ* (Le Botaniste, série I).

à mettre en évidence des colonies composées de quatre, huit ou seize cellules (T. fig. 30); ces cellules sont souvent groupées par quatre; elles ont des contours arrondis; elles sont mises plus tard en liberté par dissolution de l'enveloppe mucilagineuse; on continue toujours à distinguer les chromatophores, dans de telles colonies.

Il n'en est plus de même dans la période d'enkystement;

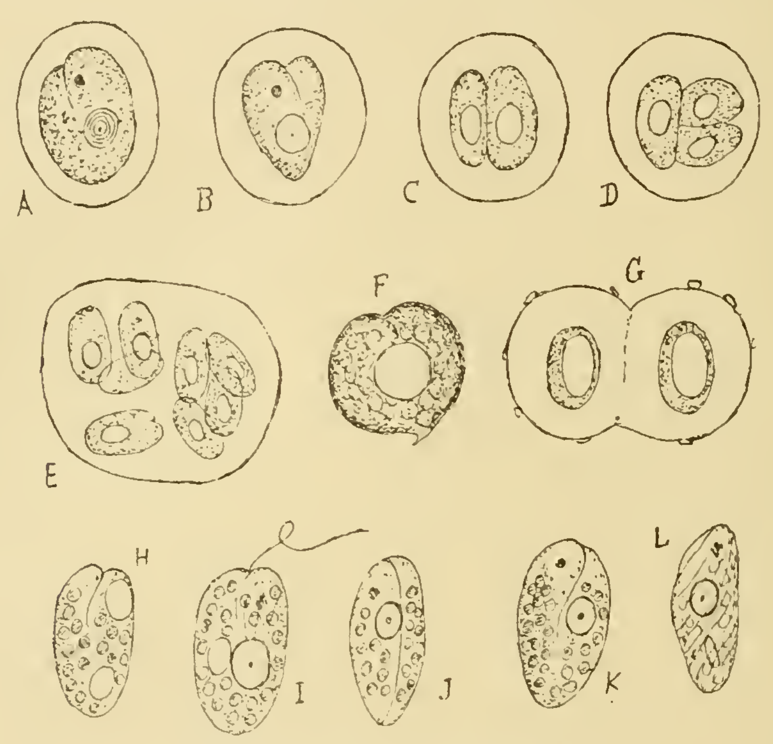


Fig. 30. — *Phacus pleuronectes.*

elle est beaucoup plus rare à observer; la cellule conserve sa forme elliptique et s'entoure d'une couche épaisse de gélatine, comme dans le cas précédent; mais le corpuscule de paramylon prend un développement considérable; il arrive à occupper presque les deux tiers de la cellule; le reste contient un protoplasma jaunâtre, finement granuleux, sans trace de chromatophores (T. fig. 30, G). La germination de ces kystes n'a pu être obtenue jusqu'ici.

Cette espèce, dans sa détermination, donne lieu à quelques difficultés.

Ehrenberg distinguait de la manière suivante l'*Euglena pleuronectes* et l'*Euglena triquetra* :

1° *Euglena pleuronectes*. Euglène pleuronecte à corps comprimé- ovale orbiculaire, foliacé, rayé longitudinalement, vert, queue grêle, aiguë, égalant le tiers ou le quart du corps, hyaline.

2° *Euglena triquetra*. Euglène trilatérale, à corps ovale, foliacé caréné, trilatéral, vert, la queue plus courte que le corps, hyaline (1).

Klebs n'a pas maintenu cette distinction spécifique ; il considère le *Phacus triquetra* Ehrbg. comme une simple variété du *Phacus pleuronectes*.

De son côté, Schmitz est d'avis qu'il y a lieu de conserver les deux espèces (2).

Il est très difficile de prendre parti dans cette discussion ; pour le faire utilement, il faudrait pouvoir conserver en culture assez longtemps les diverses formes voisines du type ; nous avons dû nous borner à les représenter, en laissant indécise la question de savoir s'il s'agit d'espèces ou de simples variétés.

Le développement indiqué dans notre description s'applique au *Phacus pleuronectes* type (T. fig. 29, B, G, I, J, K ; fig. 30, A, B, C, D, E, F, G).

Les autres formes sont :

1° Un *Phacus* assez commun aux environs de Poitiers qui semble pouvoir être identifié avec la variété β *brevicaudata* Klebs (T. fig. 29, A).

2° Le *Phacus* triquètre, considéré, selon les auteurs, comme espèce distincte ou variété du *Phacus pleuronectes* (T. fig. 29, C, D).

3° Une forme possédant régulièrement deux corpuscules discoïdes de paramylon (T. fig. 29, E, F).

4° Un *Phacus*, à extrémités obtuses rencontré en ré-

(1) Ehrenberg : *Loc. cit.*, p. 111-112.
(2) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 71.

colte pure et qui pourrait bien être élevé plus tard au rang d'espèce distincte (T. fig. 30, H, I, J, K, L).

2° *Phacus alata* Klebs.

Cette espèce doit prendre place près du *Phacus pleuronectes* dont elle offre l'aspect général ; les côtés du corps se prolongent en sortes d'ailes plus ou moins proéminentes qui renferment chacune un gros disque de paramylon, un peu allongé ; on reconnaît facilement l'espèce à ce dernier caractère (T. fig. 31, A, B). Stries espacées longitudinales ou en spirale : la torsion du corps, quoique moins prononcée que dans le *Phacus longicauda*, est cependant quelquefois déjà très sensible (T. fig. 31, C).

Nous avons recueilli cette espèce autrefois aux environs de Caen, à Moult-Argences : elle se rencontre également aux environs immédiats de Poitiers ; nous avons réussi à suivre son développement qui était totalement inconnu.

Au moment de la division, le corps est devenu moins irrégulier ; on ne distingue plus guère les deux ailes que par la présence des gros corpuscules de paramylon qui persistent avec leurs caractères ; le mucron postérieur peut disparaître et se trouver remplacé par une sorte de papille ; l'échancrure latérale au fond de laquelle est inséré le flagellum devient médiane (T. fig. 31, D) ; on trouve là un protoplasma chromatique se continuant plus ou moins loin dans le corps : le flagellum a deux fois la longueur du corps : les deux gros corpuscules de paramylon forment entre eux un angle aigu ; d'autres grains de paramylon plus petits sont fréquemment disséminés dans le cytoplasme.

Le noyau à l'état de repos est situé à la partie postérieure du corps ; il est nucléolé et son nucléoplasme est sensiblement homogène. Pour la prophase, le noyau se porte au centre de la cellule : de nombreux granules

apparaissent, le nucléole commence à s'allonger perpendiculairement à l'axe du corps (T. fig. 31, D, E); il atteint la surface nucléaire et continue à s'accroître; les chromospires deviennent parallèles et avant la sépa-



Fig. 31. — *Phacus alata.*

ration des noyaux frères, on voit les deux moitiés du spirème encore réunies par de nombreux cordons intermédiaires (T. fig. 31, F). La séparation se produit; chaque nouveau noyau s'arrondit en sphère ayant au centre un petit nucléole et tout autour de nombreuses chromospires en séries radiaires (T. fig. 31, G, H).

La division du corps suit celle du noyau ; à l'avant, les deux bords de l'infundibulum (T. fig. 31, G) s'écartent,

constituant une sorte de cratère de volcan, avec au milieu une papille colorable donnant insertion au flagellum et rappelant un blépharoplaste. Un peu plus tard, la séparation qui débute par cette partie antérieure s'étend progressivement; on trouve alors chaque moitié avec son infundibulum incliné du côté interne et contenant un peu de protoplasma chromatique ; l'échancrure s'étend de plus en plus, séparant les noyaux, puis les deux corpuscules de paramylon ; ces derniers ne sont pas toujours visibles à la fin de la division, et leur disposition est assez variable. Enfin les deux nouveaux individus se séparent (T. fig. 31, H, I, J).

Dans les cultures, un grand nombre d'individus tombent au fond des cuvettes et là s'entourent d'une enveloppe gélatineuse ; on trouve ainsi des alvéoles limitées par une substance muqueuse, prenant une couleur brune par l'hématoxyline et la fuchsine acide ; quelques-unes renferment encore les cellules du *Phacus* ; les autres sont vides.

Chez certains individus (T. fig. 31, B), les corpuscules de paramylon sont annulaires; cette disposition semble assez rare, du reste.

La répartition de cette substance montre d'assez grandes variations ; les deux gros corpuscules sont caractéristiques de l'espèce ; mais les cellules renferment, en outre, fréquemment d'autres granules de paramylon ; quelques-unes en sont remplies (T. fig. 34, K) : d'autres en sont presque dépourvues (T. fig. 31, A).

Les chromosomes dans cette espèce sont très petits et nombreux; on les observe facilement à tous les stades de la division ; la difficulté est de se procurer des individus en voie de bipartition.

3° *Phacus longicauda* Ehrbg. (Dujardin).

Le corps est aplati, plus long que large ; il se termine

par une pointe effilée incolore qui peut atteindre la longueur du corps ; au voisinage du noyau, au-dessus généralement se trouve un gros corpuscule discoïde de paramylon ; la membrane possède des stries longitudinales. Longueur 80-90 μ ; largeur 40-45 μ.

On rencontre deux formes de cette espèce; dans l'une la pointe caudale n'est guère plus développée que dans le *Phacus pleuronectes* et le corps est plat, foliacé (T. fig. 32, A) ; dans l'autre, cette pointe atteint la longueur du corps qui est lui-même tordu plusieurs fois en spirale (T. fig. 32, B). Stein admet que cette dernière forme peut se modifier lentement pour revenir à l'aspect plat et foliacé qui caractérise les individus à pointe caudale peu développée.

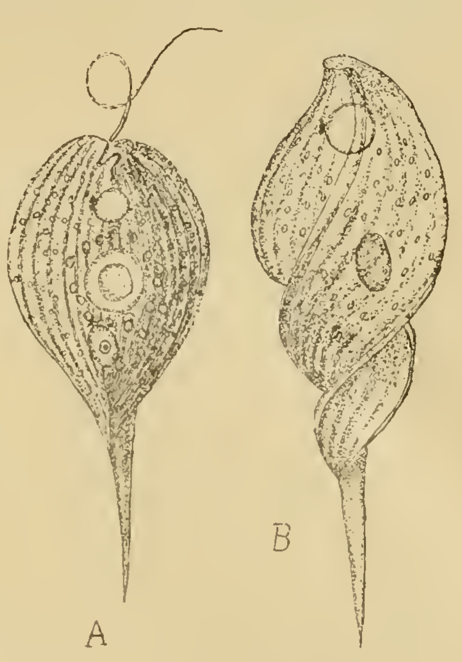


Fig. 32. — *Phacus longicauda.*

Nous n'avons jamais rencontré cette espèce qu'en exemplaires isolés : Klebs a fait la même constatation ; c'est ce qui explique que nous ne sachions rien de son mode de division. Il est à remarquer toutefois que Dujardin semble avoir eu à sa disposition une culture abondante de ce Phacus : « De l'eau rapportée de l'étang du Plessis-Piquet, le 23 novembre 1835, et conservée dans un flacon avec des débris de plantes marécageuses, me fournissait abondamment, dit-il, ce Phacus que j'ai représenté dans les *Annales des sciences naturelles* (1836, t. 5, pl. IX) pendant les mois de décembre et de janvier (1). » C'est sur de telles récoltes qu'on peut espérer fixer le mode de développement de cette espèce.

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 337

4° *Phacus pyrum* Ehrbg. (Stein).

Le corps est pyriforme, un peu aplati : il est arrondi à l'avant et échancré latéralement ; à l'extrémité postérieure, il se termine par une pointe incolore plus ou moins longue : les stries de la membrane sont espacées, proéminentes et disposées en spirale. Klebs admet que

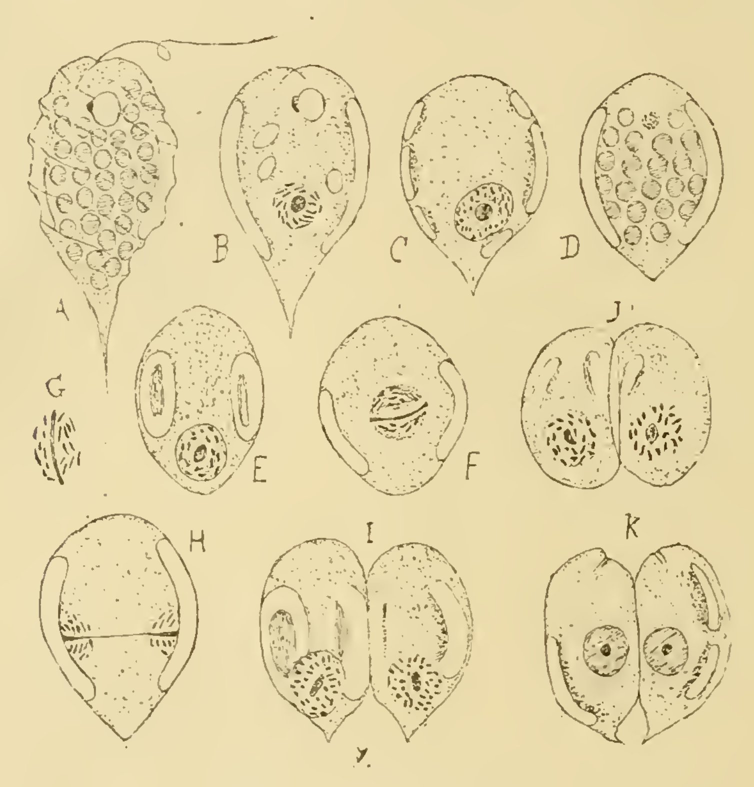


Fig. 33. — *Phacus pyrum.*

cette espèce se distingue des précédentes parce que, au lieu de gros corpuscules de paramylon, il en existe un grand nombre de plus petits. Ce caractère ne doit pas être retenu; nous avons observé à cet égard de très grandes différences. Chez la plupart des individus, les corpuscules de paramylon sont au nombre de deux seulement et disposés de chaque côté comme dans le *Phacus alata*; chez d'autres, il en existe plusieurs à cette même place (T. fig. 33, A, B, C). Les deux corpuscules, vus de profil, ressemblent à deux longs bâtonnets appli-

qués directement sous la membrane et possédant la même courbure ; avec un peu d'attention, on s'aperçoit que ces formations sont en réalité discoïdes ; on constate de plus que le centre se colore par les réactifs nucléaires (T. fig. 33, E). Cette disposition rappelle les pyrénoïdes recouverts d'une calotte de paramylon, que nous avons rencontrés chez certaines Euglènes, avec cette différence qu'ici la plage chromatique occupe la face interne et médiane du corpuscule de paramylon.

Les chromatophores sont discoïdes et très apparents : le point oculiforme est gros et granuleux, le flagellum de la longueur du corps.

Le noyau est postérieur ; il devient médian en vue de la division ; le nombre des chromospires varie : sur certains individus nous en comptions une quarantaine, alors que sur d'autres le nombre de ces éléments paraissait inférieur à trente ; elles ont la formo de petits bâtonnets (T. fig. 33).

La division se fait à l'état libre, sans sécrétion de membrane gélatineuse : le corps s'arrondit à l'avant ; à l'arrière, la pointe diminue de longueur ; sur quelques individus, il devient même assez difficile de distinguer la partie postérieure du corps de la partie antérieure.

Le nucléole s'allonge transversalement (T. fig. 33, F, G) ; il vient buter contre les deux corpuscules de paramylon (T. fig. 33, F, H) ; les chromospires sont très nettes dans le nucléoplasme ; elles ont la forme de petits bâtonnets. Lorsque la division du noyau est terminée, une échancrure se produit à l'avant et s'étend progressivement séparant la cellule mère en deux cellules filles (T. fig. 33, I, J, K). Pendant cette séparation, chaque corpuscule de paramylon se colore vivement dans sa partie centrale ; il peut se fragmenter en deux ; on est autorisé à penser que les deux cellules filles emportent chacune un corpuscule de paramylon avec son pyrénoïde ; celui-ci en se divisant rétablit

la structure normale de la cellule ; il est toutefois difficile d'être affirmatif, étant donné que le phénomène se présente avec des aspects quelque peu variables. Les cellules filles restent réunies pendant un certain temps ; les pointes caudales se reforment ; le noyau qui montre nettement une quarantaine de chromospires descend à la partie postérieure du corps (T. fig. 33, I).

Schmitz considère le *Phacus pyrum*, comme une Euglène, et il revient ainsi à l'ancienne opinion d'Ehrenberg. Selon lui la constitution des chromatophores est la suivante (1) ; il en existerait deux très minces, discoïdes, disposés tangentiellement à la surface ; le pyrénoïde est représenté par un renflement médian, développé sur la face externe du chloroleucite ; il est recouvert en dehors par un corpuscule de paramylon en forme de verre de montre ; à la surface interne du chloroleucite se trouvent de nombreux petits grains de paramylon.

Si cette description était exacte, l'appareil chlorophyllien du *Phacus pyrum* serait très différent de celui des autres *Phacus* qui ont des chromatophores nombreux, discoïdes.

Nous avons tenu à élucider ce point important de la structure ; or, il est absolument certain que cette espèce possède des chromatophores absolument identiques à ceux du *Phacus pleuronectes*, par exemple ; les corpuscules de paramylon avec leur plage chromatique interne sont indépendants des chloroleucites. Il n'existe donc aucune raison de retirer cette espèce du genre *Phacus*.

5° *Phacus ovum* Ehrbg.

Cette espèce possède un contour elliptique ; on observe des intermédiaires vers la forme presque sphérique et la forme cylindrique ; le corps est arrondi à la partie pos-

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, p. 60, pl. I, fig. 19.

térieure avec un petit mucron droit ; ce mucron manque assez souvent. Stries en spirale plus ou moins nombreuses en général assez espacées. Les chloroleucites sont pariétaux, discoïdes, et ils se touchent presque les uns les autres (T. fig. 34, A, B, C, D, E).

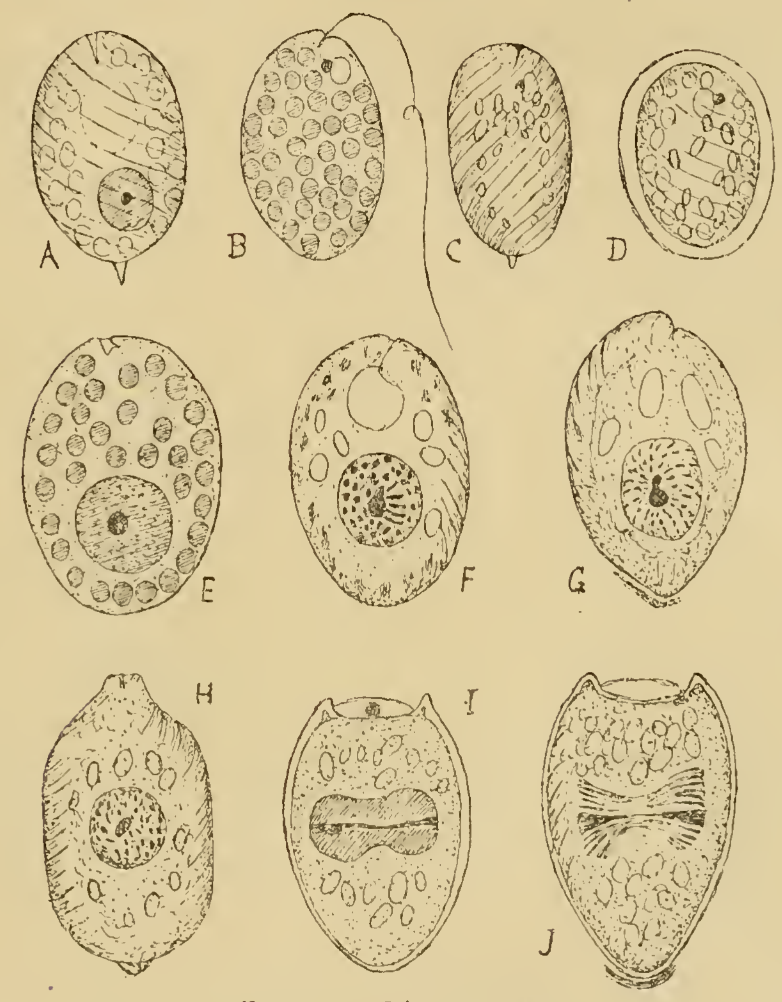


Fig. 34. — *Phacus ovum.*

Stein attribue à cette espèce une sorte de col antérieur duquel se détache le flagellum ; il en fait par suite le type d'un nouveau genre *Chloropeltis* (1). Klebs a reconnu que cette disposition n'existait pas sur la plupart des individus, et qu'il n'y avait pas lieu, par conséquent, de séparer cette espèce des autres (2). Dans nos récoltes, aucune des cellu-

(1) Stein : *Loc. cit.*, T. XIX, fig. 45-50.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, p. 315.

les ne présentait de col antérieur ; toutes laissaient apercevoir plus ou moins facilement une sorte d'infundibulum dans lequel s'insère le flagellum.

Stein figure diverses dispositions des grains de paramylon ; Klebs considère l'une d'elles comme caractéristique de l'espèce ; il existerait deux gros corpuscules de paramylon en anneau de chaque côté de la vacuole principale. Cette observation n'est pas confirmée par nos propres recherches ; dans la plupart des individus que nous avons étudiés — et ils sont nombreux — les grains de paramylon étaient globuleux, plus ou moins gros et dispersés dans tout le corps ; chez quelques autres, cependant on trouvait de chaque côté, au-dessus du noyau, deux anneaux appliqués sur la membrane.

Klebs a distingué deux formes de cette espèce, qui se maintenaient constantes dans les cultures : 1° la forme a *globula* presque sphérique et dont le flagellum atteint 2 à 3 fois la longueur du corps. Longueur 0,021 mm. ; largeur 0,016 ; 2° la forme *b cylindrica* cylindrique et dans laquelle le flagellum est de la longueur du corps, long. 0,027 ; larg. 0,010. L'*Euglena fusiformis* de Carter (1) tient le milieu entre ces deux formes.

Cette espèce nous a paru assez polymorphe ; son aspect varie aux divers stades du développement et aussi selon les récoltes ; mais il ne semble pas facile d'y distinguer des variétés bien définies.

Le noyau occupe la partie postérieure du corps ; à l'état de repos, le nucléoplasme est sensiblement homogène ; il renferme un nucléole arrondi ; les chloroleucites se colorent faiblement par les réactifs ordinaires, de sorte qu'on les voit beaucoup mieux sur les individus vivants.

Le noyau qui va se diviser augmente considérablement de volume ; c'est dans cette espèce et dans le *Phacus alata*

(1) Carter : *Ann. and Mag. of Nat. Hist., loc. cit.*, 1859.

que nous avons remarqué les noyaux les plus gros du genre ; les chromospires sont nombreuses dans le nucléoplasme; les unes ont l'aspect de simples granulations; d'autres ont la forme de bâtonnets radiaires (T. fig. 34, F, G, H). Ce noyau se porte vers le milieu de la cellule en vue de la division.

Nous avons rencontré cette espèce à l'état de division libre et à l'état de colonies palmelloïdes.

Dans la division libre, les individus s'arrêtent, perdent leurs flagellums ; on trouve parfois autour d'eux des traces d'une sécrétion ; la substance qui en provient se colore en brun par l'hématoxyline. La partie antérieure du corps est tantôt complètement arrondie (T. fig. 35), tantôt creusée en cratère comme dans le *Phacus alata* (T. fig. 34, I, J) : à la partie postérieure se trouve ordinairement une sorte de papille recouverte d'une calotte se colorant en noir par l'hématoxyline (T. fig. 35).

Les phénomènes de la division du noyau se voient facilement dans cette espèce ; au moment où le nucléole en s'allongeant transversalement atteint la surface nucléaire, le noyau a son plus grand diamètre perpendiculaire à cet axe (T. fig. 35, A) ; les chromospires sont entremêlées et disposées plus ou moins parallèlement à l'axe nucléolaire ; celui-ci s'allonge beaucoup ; le nucléoplasme se déplace (T. fig. 35, B) ; ses deux moitiés suivent le mouvement du nucléole et les deux noyaux frères se reconstituent avec un nombre de chromospires sensiblement égal à celui du noyau primitif ; elles affectent fréquemment une disposition en séries radiaires (T. fig. 35, C). La cellule a subi un élargissement considérable dans le sens de la division nucléaire ; une échancrure se produit ; elle débute à la partie antérieure et s'étend progressivement, séparant définitivement les deux cellules filles ; les sillons restent visibles pendant la durée de la division ; ils sont assez nombreux (T. fig. 35, D).

Dans d'autres exemplaires, la bipartition a lieu sous une membrane commune assez mince (T. fig. 35, E) ; enfin nous en trouvons d'autres qui constituent de véritables colonies palmelloïdes ; ce qui nous a frappé, c'est que, dans ces colonies, les cellules situées au milieu d'une en-



Fig. 35. — *Phacus ovum.*

veloppe gélatineuse épaisse conservent encore des traces des sillons de la membrane (T. fig. 35, F) ; ils sont légèrement aplatis; la partie antérieure du corps se distingue de la partie postérieure, parce que cette dernière est recouverte d'une sorte de calotte noirâtre, comme dans la division libre ; le paramylon est dispersé en granules dans toute la cellule ; les noyaux ont leurs chromospires visibles, même dans l'intervalle des divisions. Nous avons rencontré des colonies de quatre et de huit cellules ; elles pourraient

être confondues par l'algologue le plus expérimenté avec des algues protococcacées (T. fig. 35, F).

Toutes ces divisions ont été observées dans une même culture dont les individus étaient très vigoureux ; les différences d'aspect qu'elles présentent pourraient faire croire que nous avons eu affaire à plusieurs espèces distinctes ; il y a heureusement un caractère général dans ces divisions qui n'existe pas dans les autres *Phacus* étudiés ; c'est la présence à la partie postérieure de la cellule d'une sorte de petite calotte qui se colore en noir ou en brun par l'hématoxyline; on la retrouve même dans les colonies palmelloïdes. Par contre, la distribution du paramylon ne saurait fournir ici aucune indication sérieuse, puisqu'elle est très irrégulière ; les deux corpuscules antérieurs sont rarement visibles, et cette substance est distribuée dans le corps en granules de grosseur variable ; mais cette irrégularité même est utile à la détermination de l'espèce, puisqu'elle permet de la distinguer des précédentes chez lesquelles les corpuscules de paramylon ont une forme déterminée et une situation d'une certaine fixité.

6° *Phacus parvula* Klebs.

Cette espèce se rencontre en compagnie du *Ph. pleuronectes*; le corps est à contour ovale ou elliptique; il est aplati, muni d'une crête longitudinale: l'extrémité postérieure est terminée en pointe; la membrane présente des stries. On distingue le *Ph. parvula* du *Ph. pleuronectes* à ses dimensions plus faibles et à la présence d'un corpuscule de paramylon médian discoïde (T. fig. 36).

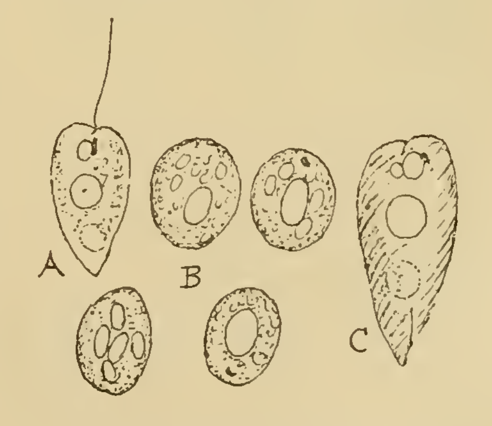


Fig. 36. — *Phacus parvula* A. B. *Phacus oscillans* C.

Longueur 12-17 μ ; largeur 6-9 μ.

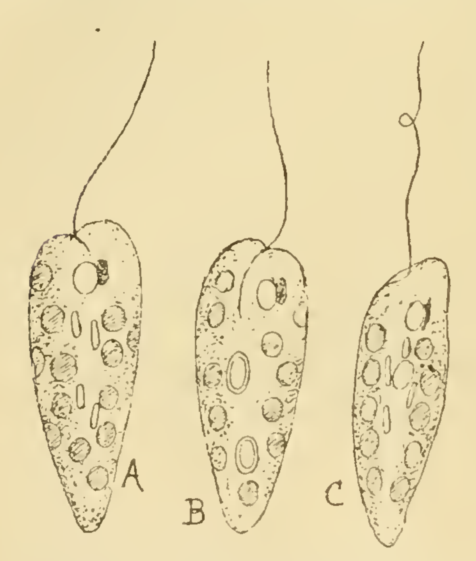
Klebs a vu cette espèce se diviser à l'intérieur d'une enveloppe ; il a observé également la division longitudinale libre.

Nous avions déjà récolté cette espèce à Caen ; nous l'avons retrouvée aux environs de Poitiers.

Dans une culture, nous avons observé que les cellules au repos avaient une tendance à s'arrondir et à se charger de plusieurs grains de paramylon (T. fig. 36, B).

7° *Phacus clavata* sp. nov.

Cette espèce se distingue aux caractères suivants : le corps a une forme conique allongée et quelque peu aplatie ; l'extrémité postérieure s'amincit progressivement ; les chromatophores sont peu nombreux, discoïdes ; le sillon antérieur descend très peu ; le point oculiforme est assez gros, au contact de la vacuole principale (T. fig. 37, A, B, C). La distribution du paramylon est irrégulière ; on trouve de petits bâtonnets de cette substance disséminés dans le cytoplasme ; certains individus montrent des corpuscules de paramylon en anneau au nombre de deux. Le noyau se trouve au tiers postérieur du corps. Le mouvement est très vif ; le flagellum est plus long que le corps.



Fig, 37. — *Phacus clavata* sp. nov.

Cette espèce est voisine du *Phacus oscillans* Klebs (T, fig. 36, C) ; elle s'en distingue facilement cependant en ce qu'elle est beaucoup moins aplatie et qu'elle ne présente aucune torsion ; de plus, la répartition du paramylon dans la cellule est différente.

GENRE TRACHELOMONAS *Ehrbg.*

Le genre *Trachelomonas* a été créé par Ehrenberg qui l'avait placé dans ses Cryptomonadiens (1); Dujardin le range à côté du genre *Cryptomonas* dans ses Thécamonadiens avec la diagnose suivante :

« An. sécrétant un têt globuleux ou ovoïde, dur et cassant, par une petite ouverture duquel sort un long filament flagelliforme (2). »

Cohn ayant montré la ressemblance qui existe entre un *Trachelomonas* et une Euglène (3), Stein a réuni les deux genres dans la même famille des Euglénidées (4).

Le corps possède l'organisation et la structure d'une Euglène ; mais il est entouré d'une coque solide, jaune ou brune avec laquelle il se déplace librement ; cette coque n'est interrompue qu'à la partie antérieure pour le passage d'un flagellum très long. Cette coque est plus ou moins épaisse, lisse ou recouverte de protubérances épineuses ; elle est sphérique ou cylindrique : ces différences servent à caractériser les espèces.

Les chloroleucites sont allongés ou disciformes ; ils possèdent au centre un pyrénoïde entouré d'une calotte d'amidon ; par là, les *Trachelomonas* se rapprochent comme structure de l'*Euglena velata* et des espèces voisines, tandis que les *Phacus* ont des affinités plus étroites avec les *Euglena oxyuris*, *acus*, etc., qui ont des chloroleucites discoïdes sans pyrénoïdes.

Le flagellum est très long dans toutes les espèces ; sa longueur atteint trois ou quatre fois celle du corps : il est constitué par un filet axial chromatique entouré d'une mince enveloppe non colorable.

(1) Erhenberg : *Loc. cit.*
(2) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 327.
(3) Cohn : *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. IV, p. 277.
(4) Stein : *Loc. cit.*

Les *Trachelomonas* se rencontrent assez fréquemment en grandes masses, surtout le *Tr. volvocina* ; leur culture est plus délicate que celle des Euglènes ; la coque se brise assez souvent en son milieu, mettant en liberté la cellule ; celle-ci peut même sortir en s'étirant par l'ouverture antérieure; devenue ainsi libre, elle s'avance en pirouettant sur elle-même avec la plus grande vitesse ; son corps se déforme comme celui d'une Euglène : la métabolie se montre, même à l'intérieur de la coque, après retrait du flagellum ; le corps s'allonge, se contracte, se déforme, tourne sur lui-même.

La reproduction consiste en une bipartition qui s'effectue le plus ordinairement à l'intérieur de la coque : elle peut aussi se produire en dehors, donnant ainsi naissance à de petites colonies palmelloïdes.

1° *Trachelomonas volvocina* Ehrbg.

Coque sphérique, quelquefois un peu ovale, souvent lisse, de couleur jaune ou brune; pore antérieure annulaire ; noyau postérieur ; deux chloroleucites avec pyrénoïdes entourés de paramylon (T. fig. 38).

Cette espèce est des plus communes ; dans la même culture, on trouve des individus dont la taille varie du simple au double et même davantage. Longueur 0,020 — 0,010 mm. Largeur 0,018 — 0,008.

La coque n'est pas toujours lisse; elle peut être ponctuée ou même striée ; cette dernière forme a été considérée tantôt comme une espèce distincte, tantôt comme une simple variété (*T. rugulosa* Stein, *T. volvocina* β *rugulosa* Klebs) ; la coque, au lieu d'être simplement perforée avec épaississement annulaire, est quelquefois prolongée en un petit col.

Klebs a signalé une variété γ *hyalina*, possédant un point oculiforme, mais dépourvue de chlorophylle (1).

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 319.

Nous avons pu étudier la structure de cette espèce et son mode de division.

L'organisation de la cellule se voit surtout nettement sur les individus qui ont abandonné leur coque (T. fig. 38, D, E) ; on trouve une enveloppe mince sphérique dans laquelle une cellule pyriforme se continue à l'avant par un très long flagellum ; les deux chromatophores,

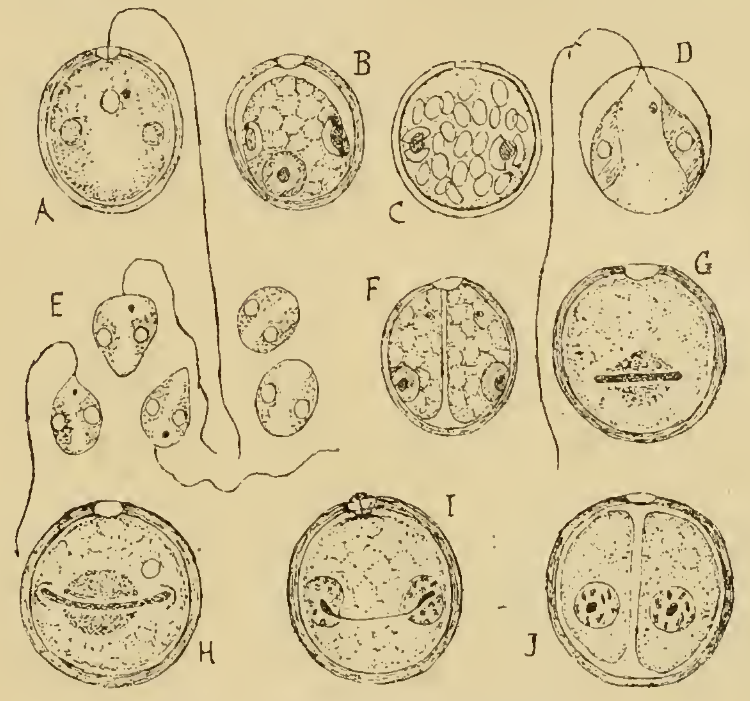


Fig. 38. — *Trachelomonas volvocina.*

situés l'un à droite, l'autre à gauche de l'axe sont larges ; ils montrent en leur milieu un globule réfringent qui n'est autre chose que le pyrénoïde (T. fig. 38, D) ; le noyau est postérieur et quelquefois même au contact direct de la paroi. Cette disposition est la même sur les individus tuniqués (T. fig. 38, A, B, C) ; mais elle est moins facile à apercevoir ; certaines cellules renferment en abondance des grains de paramylon (T. fig. 38, C) ; d'autres en sont presque totalement dépourvues.

Au moment de la division, le noyau se rapproche plus ou moins du centre de la cellule ; son nucléole s'allonge transversalement ; il forme une sorte de bâtonnet (T.

fig. 38, G) ; la résistance qu'il éprouve de la part du cytoplasme, se manifeste quelquefois à ses deux extrémités par la présence d'une sorte de petite coiffe qui le recouvre (T. fig. 38, H) ; le nucléoplasme ne commence à s'étirer qu'assez tard, alors que les deux extrémités du nucléole touchent déjà la paroi ; à la fin de la division, l'axe nucléolaire se bombe légèrement, à cause de la résistance qu'il éprouve du côté de la membrane (T. fig. 38, I) ; les chromospires sont peu distinctes ; nous en avons noté une quinzaine dans les noyaux frères (T. fig. 38, J) ; mais cette observation n'a rien de précis, car dans la plupart de nos préparations, le nucléoplasme conservait une apparence homogène pendant la division. Un plan incolore médian et vertical isole définitivement les deux cellules filles (T. fig. 38, F, J). Nous avons quelquefois remarqué pendant cette bipartition une sorte de calotte chromatique à l'endroit d'insertion du flagellum ; par contre, nous n'avons vu aucune trace des chloroleucites et de leurs pyrénoïdes ; nous ignorons donc s'ils se transmettent aux cellules filles par bipartition ou s'ils proviennent d'une nouvelle formation.


Fig. 39. — *Trachelomonas rugulosa.*

Lorsque la bipartition est terminée, l'une des cellules sort par l'ouverture d'avant et l'autre reste ordinairement à l'intérieur de la coque qu'elle finit bientôt par remplir.

Des observations anciennes nous ont montré une division s'effectuant en dehors de la coque et donnant naissance à des sortes de colonies palmelloïdes.

Il serait intéressant de rechercher à quoi tiennent les variations de grosseur si considérables qui existent dans cette espèce, non seulement selon les récoltes, mais souvent dans la même récolte.

Pour notre part, nous estimons que le *Tr. rugulosa* St.

est une bonne espèce et qu'il y a lieu de la conserver : nous représentons (T. fig. 39) un des individus que nous avons rencontrés, les lignes sombres sont beaucoup plus nettes que dans le dessin de Stein.

2o *Trachelomonas lagenella* Stein.

La coque est cylindrique, arrondie aux deux extrémités ; selon qu'elle est lisse ou munie de petites épines, on a distingué deux espèces *T. lagenella* St., *T. hispida* St. Cette distinction a été maintenue par Klebs qui toutefois évite de se prononcer sur sa valeur : « Ob diese Art (*T. lagenella*) eine selbstandige ist, muss ich noch dahin gestellt sein lassen. Theilung habe ich bisher nicht beobachtet, und sie könnte sehr wohl nur eine Jugendform der nachsten Art sein (1). » Nous pensons, d'après le résultat de nos cultures, devoir conserver les deux espèces ; la coque est le plus souvent lisse ; parfois cependant, sur les cellules âgées, elle est munie de ponctuations ; nous avons même observé à sa surface des stries disposées en spirale. La coque peut se prolonger en un petit col antérieur donnant passage au flagellum, ou bien elle est percée tout simplement d'une ouverture annulaire.

Nous avons fait une étude attentive de cette espèce encore très mal connue jusqu'ici.

La structure du flagellum est celle que nous avons signalée dans le *Tr. volvocina* ; il se compose d'un axe colorable homogène, entouré d'une gaine incolore ; l'appareil locomoteur est cependant moins complexe que chez le *Polytoma uvella ;* ainsi, à la base du flagellum, nous n'avons pas vu de blépharoplaste ; les réactifs nucléaires accusent simplement à cet endroit l'existence d'un gros cordon chromatique qui se trouve dans l'axe de la cellule et se prolonge plus ou moins loin : ce

(1) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 319.

rhizoplaste semble quelquefois se terminer dans le cytoplasme par des fibrilles disposées en éventail (T. fig. 40, D) ; mais nous n'avons jamais réussi à suivre ces fibrilles jusqu'au noyau.

La vacuole contractile qui est située latéralement au

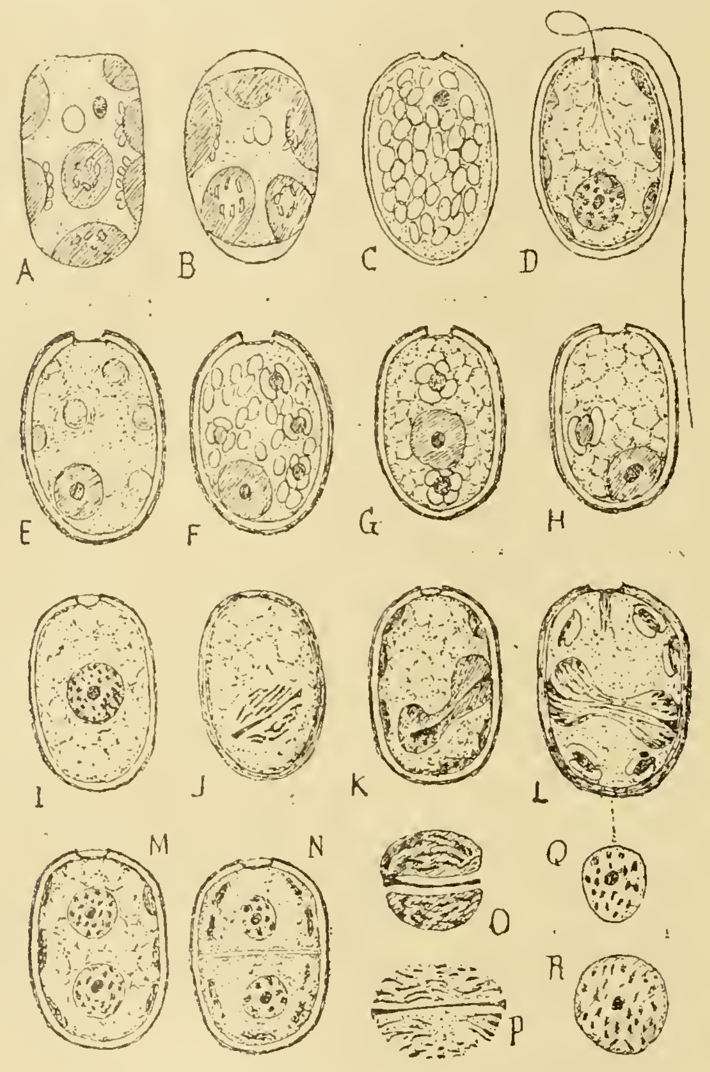


Fig. 40. — *Trachelomonas lagenella.*

voisinage du point oculiforme se vide toutes les minutes environ ; une autre se forme à côté.

Les chloroleucites, au nombre de 6 à 10, sont pariétaux et ils ont l'aspect de disques ou de lentilles ; le centre en est occupé par un pyrénoïde. Il existe de très grandes variations dans la distribution du paramylon ; sur des individus, encore dépourvus de coque et obser-

vés le matin, le cytoplasme se montrait incolore et complètement privé de granules ; on distinguait simplement quelques petits bâtonnets de paramylon groupés autour des pyrénoïdes (T. fig. 40, A, B) ; dans d'autres individus munis de leur coque, il n'est pas rare que le cytoplasme soit complètement rempli de grains, la plupart globuleux (T. fig. 40, C). Les réactifs accusent aussi certaines différences dans la constitution des chloroleucites ; ainsi, parfois, le chloroplasme se colore tout entier, sans distinction nette du pyrénoïde ; d'autres fois, les pyrénoïdes sont nettement délimités : ils se colorent d'une façon intense et ils sont recouverts d'une calotte de paramylon (T. fig. 40, F, G). On est forcé d'admettre que ces éléments peuvent disparaître ; ainsi, sur certaines cellules, le nombre des pyrénoïdes était descendu à deux ; nous avons même trouvé un individu qui ne renfermait plus qu'un seul pyrénoïde (T. fig. 40, G, H).

Le cytoplasme possède une structure alvéolaire due, au moins en grande partie, à la présence des corpuscules de paramylon. Le noyau est situé tout au fond de la cellule en contact avec la membrane (T. fig. 40, E, F, H).

La division du corps est transversale dans cette espèce, alors qu'elle est longitudinale dans le *Trachelomonas volvocina* : la raison de cette différence est facile à découvrir lorsqu'on suit de près la division du noyau. Celui-ci quitte la position qu'il occupait à la partie postérieure de la cellule ; il vient se placer dans l'axe, non loin du centre ; à ce moment, on voit distinctement les chromospires distribuées autour du nucléole (T. fig. 40, I).

Le nucléole commence à s'allonger transversalement, comme s'il s'agissait d'une division longitudinale ; mais, ne pouvant subir son extension complète, à cause de l'étroitesse de la cellule, il se place de plus en plus obliquement; lorsque les deux noyaux frères se sépareront, ils se disposeront l'un au-dessus de l'autre dans l'axe

de la cellule et la cloison sera transversale (T. fig. 40, J, K, L, M, N).

Si nous examinons maintenant la manière d'être des chromospires pendant la division, voici ce que nous remarquons : au moment où le nucléole atteint par ses extrémités la surface nucléaire, l'aspect offert par ces replis n'a rien de concordant ; parfois, l'ensemble représente assez bien une sorte de cordon à sinuosités entremêlées (T. fig. 40, O), tantôt cela fait l'effet de chromosomes distincts en courts rubans (T. fig. 41, J, P) ; leur direction générale est parallèle à l'axe. Lorsque le nucléoplasme s'étire, les chromospires s'allongent elles-mêmes dans le sens de l'axe ; vue de face, chaque moitié nucléaire semble granuleuse ; les granules ne sont autre chose que les extrémités des segments chromatiques groupés autour du nucléole: nous en avons compté quinze à vingt, parfois davantage (fig. 40, L, Q, D, R). Après la séparation des noyaux frères, plusieurs fois également, nous ne réussissions à voir qu'une vingtaine de ces granulations.

Les deux noyaux reconstitués se placent l'un au-dessus de l'autre ; une ligne incolore transversale marque la séparation des deux cellules.

Les chromatophores restent visibles pendant la bipartition, ils conservent leur position au contact de la membrane et se trouvent ainsi distribués aux deux cellules (T. fig. 40, M, N).

3° *Trachelomonas hispida* St.

Le *Trachelomonas hispida* se relie par un grand nombre d'intermédiaires au *Trachelomonas lagenella*. Cependant, il y a lieu, pensons-nous, de le conserver comme espèce distincte.

La coque est à contour elliptique ; elle est couverte de petites épines, sa couleur varie du jaune brun au noir (T. fig. 41, A, B).

Les dimensions sur la variété la plus grosse atteignent 34 μ en longueur sur 25 en largeur.

Il n'est pas rare de voir la coque se briser ; il suffit de la simple pression d'une lamelle pour produire ce résultat ; la zoospore devient libre et son organisation apparaît nettement ; le nombre des chloroleucites est de huit ou dix (T. fig. 41, C, D) ; chacun d'eux est muni d'un pyrénoïde central recouvert de deux minces calottes de paramylon ; d'autres grains de cette substance sont disséminés dans le cytoplasme.

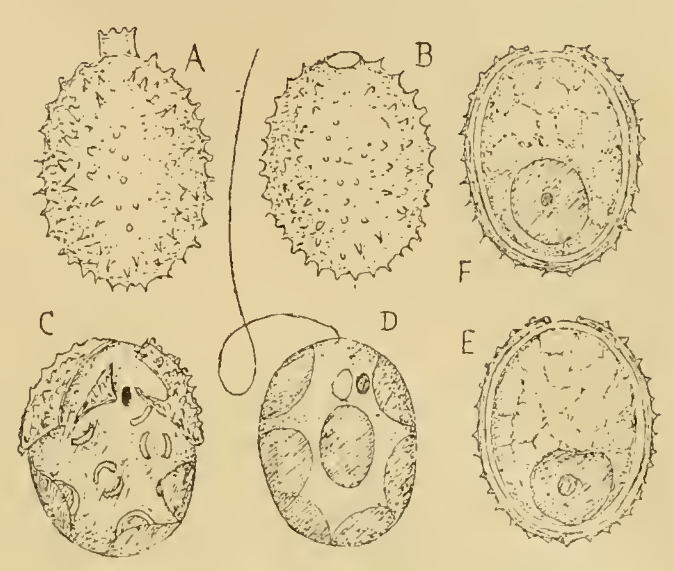


Fig. 41. — *Trachelomonas hispida.*

Klebs a décrit une variété β *cylindrica* de cette espèce ; elle est colorée en jaune et est beaucoup plus petite que le type.

4° *Trachelomonas intermedia* sp. nov.

Cette espèce a les dimensions du *Trachelomonas volvocina* ; sa longueur est de 20 μ et sa largeur de 16 μ environ ; le corps est presque sphérique ; le point oculiforme est très apparent ; la coque est colorée en jaune brun; sa surface est ponctuée.

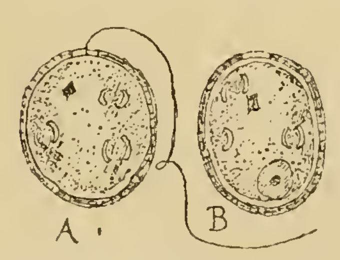


Fig. 42. — *Trachelemonas intermedia.*

Ce *Trachelomonas* diffère du *Tr. volvocina*, en ce qu'il possède quatre ou cinq chloroleucites au lieu de deux ; chaque pyrénoïde est recouvert de deux valves de

paramylon (T. fig. 42, A, B) ; il est facile à distinguer, d'autre part, du *Tr. lagenella*, par la forme générale du corps, et du *Tr. hispida*, par l'absence d'épines sur la coque ; le nombre des chloroleucites est également plus faible que dans cette dernière espèce.

5° *Trachelomonas caudata* Stein.

Nous avons récolté cette espèce à Ségrie (Sarthe), il y a plusieurs années, mais sans en faire une étude spéciale. La longueur du corps est de 30 à 35 μ et sa largeur est de 20 μ. La coque est ovale, elle se prolonge à l'arrière en une pointe diversement conformée ; la surface est munie de protubérances épineuses ; la base du flagellum est entourée d'un prolongement de la tunique en forme de collerette ; celle-ci a son bord échancré, lobé ou garni d'épines.

6° *Trachelomonas armata* Stein.

Cette espèce a été recueillie dans la même station que la précédente ; la coque, à contour elliptique globuleux, était dépourvue de collerette ; elle est garnie d'épines, les plus longues se trouvent à la partie postérieure du corps ; en outre, la surface est couverte de petites protubérances qui font l'effet de perles pressées les unes contre les autres.

7° *Trachelomonas reticulata* Klebs.

Cette remarquable espèce a été découverte par Klebs (1) ; la tunique est ovale, la pointe étant située à l'arrière ; sa couleur est brune avec une structure finement réticulée ; il y a un simple anneau pour le passage des flagellums ; la cellule est incolore, mais possède un point oculiforme. La longueur est de 26 μ, la largeur de 17 μ. La tunique se distingue de celle des autres espèces par sa forme ré-

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 320-221.

gulièrement conique et sa structure (T. fig. 43, A, B) ; il n'existe aucune trace de chloroleucites ; cette espèce se trouve dans les cultures d'algues pourrissantes ; sa division n'a pas été observée.

Nous avons recueilli ce *Trachelomonas* aux environs de Poitiers ; il se trouvait en assez grande abondance au milieu de la boue d'une culture, sans mélange avec d'autres espèces du même genre.

Après avoir vérifié l'exactitude de la description donnée

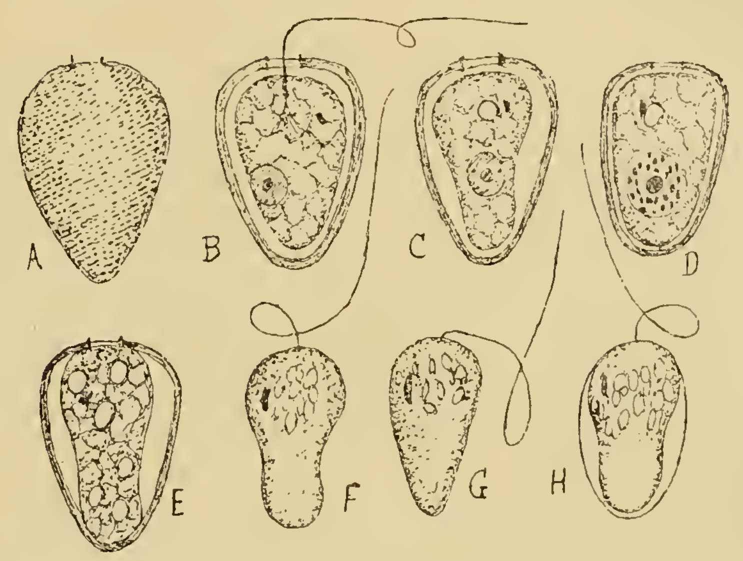


Fig. 43. — *Trachelomonas reticulata.*

par Klebs, il était intéressant de compléter l'étude de cet organisme au moyen des nouvelles méthodes employées en histologie végétale.

La première question qui se posait était de savoir si réellement, il n'existait aucune trace de chloroleucites dans le cytoplasme ; or, dans tous les individus que nous avons observés, le cytoplasme est alvéolaire ; chacune des alvéoles renferme un grain de paramylon ; le flagellum se continue dans le cytoplasme et à quelque distance de l'ouverture de la tunique, il semble s'épanouir en une sorte de queue de cheval, ainsi que la chose se produit dans le *Trachelomonas lagenella* ; il n'existe ni chloro-

leucites, ni leucites d'aucune sorte (T. fig. 43, B, C, D).

Quant au noyau, il occupe une position centrale ; parfois il touche latéralement à la membrane ; le plus souvent, il est à l'état de repos, et alors on n'y distingue qu'un nucléole entouré de nucléoplasme homogène ; parfois, cependant, ce noyau montre les chromospires dispersées dans un nucléoplasme incolores ; nous en avons compté trente environ (T. fig. 43, D).

En cultivant ce *Trachelomonas* en cellule humide, nous avons réussi à observer les zoospores débarrassées de leur tunique (T. fig. 43, F, G, H) ; elles sont complètement incolores, très mobiles ; le point oculiforme est visible sur le côté ; le cytoplasme renfermait quelques grains de paramylon qui étaient localisés à la partie antérieure de la cellule ; le corps présentait assez souvent un étranglement en son milieu ; autrement, il avait la forme ovale conique caractéristique de l'espèce ; ces zoospores seraient classées sûrement dans le genre *Astasia*, par un observateur qui négligerait l'étude du développement.

Ces zoospores ne tardent pas à s'entourer d'une membrane qui deviendra la tunique ; d'abord lisse, incolore et mince, elle prend plus tard la couleur jaune-brun et la structure de l'état adulte.

La sortie de la zoospore s'effectue par l'ouverture annulaire antérieure, sans que la tunique soit endommagée ; on trouve un grand nombre de ces tuniques vides dans les cultures.

D'après Klebs, la surface de la coque est réticulée ; en réalité, il s'agit plutôt de petites protubérances serrées les unes contre les autres et disposées régulièrement en séries (T. fig. 43, A).

Cette espèce présente un grand intérêt, d'abord parce qu'elle est incolore, ensuite parce qu'elle est dépourvue de leucites.

Nous avons cru remarquer chez un individu une dizaine de vacuoles dispersées dans tout le corps ; leur volume et leur disposition variait à chaque instant (T. fig. 43, E).

GENRE CRYPTOGLENA *Ehrbg.*

On place encore dans la famille des Eugléniens le genre *Crytoglena*, avec une espèce le *Cryp. pigra* Ehrbg.

Cryptoglena pigra Ehrbg.

Stein a placé cette espèce à côté des *Phacus*, et il en a donné deux figures indiquant l'organisation générale de la cellule (1). Bustchli a classé ce genre dans les Cœlomonadinées (2), alors que Kent en fait une Chrysomonadinée sous le nom de *Chloromonas pigra* (3).

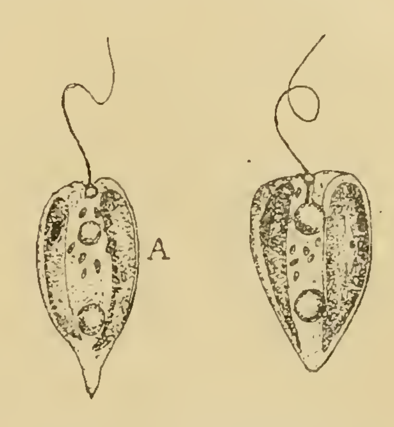


Fig. 44. — *Cryptoglena pigra*. D'après Stein.

Le corps est rigide, ovale, un peu aplati, et aminci légèrement en pointe à l'arrière ; le flagellum est unique et inséré au fond d'une petite échancrure ; il existe deux chromatophores latéraux allongés parallèlement à l'axe ; le noyau est situé à la partie postérieure du corps (T. fig. 44) ; le point oculiforme est au contact du chromatophore et non sur le côté de la vacuole principale, comme chez les autres Eugléniens ; Stein a décrit une seule vacuole, sans qu'on sache si elle correspond à la vacuole principale des Eugléniens. Comme caractère distinctif, le *Cryptoglena pigra* possède deux sortes de valves minces

(1) Stein : *Loc. cit.*, T. XIX, fig. 38-40.
(2) Butschli : *Loc. cit.*
(3) Kent : *A manual of Infusoria*. London, 1880-1882.

appliquées sur la membrane et constituées par une substance résistante (1).

Il est à remarquer qu'on n'a vu jusqu'ici dans cette espèce, ni division du corps, ni stade de repos.

II. — ASTASIÆ

Senn range ce groupe des Astasiæ dans ses *Eugleninæ* ; il comprend des espèces possédant les caractères généraux des Eugléniens que nous venons d'étudier ; mais ils sont dépourvus de chlorophylle et leur nutrition est saprophytique ; néanmoins, le cytoplasme renferme du paramylon. La division a lieu au stade d'activité sans disparition préalable du flagellum.

Senn distingue les genres au moyen du tableau suivant (2) :

A. 1 Flagellum.

a) Corps très métabolique, allongé et terminé en pointe, membrane plasmatique striée en spirale. 1. *Astasia*.

b) Corps ne se déformant pas, un peu recourbé, membrane plasmatique faiblement striée en long. 3. *Menoidium*.

B. 2 Flagellums dont l'un très court.

a) Corps très métabolique ; rotation du corps pendant la natation. 2. *Distigma*.

b) Corps ne se déformant pas, mouvement rampant ? 4. *Sphenomonas*

On pourrait croire d'après cela que les *Astasiæ* forment un ensemble bien connu ; en réalité, on se demande encore si le genre *Astasia* qui a donné son nom au groupe possède une existence autonome.

(1) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 355-356.
(2) Senn : *Loc. cit*, p. 177.

La différence la plus importante qui distingue les *Astasiæ* des *Euglenæ* est l'absence de chlorophylle ; mais ce caractère n'a qu'une valeur très relative. Klebs, en effet, a signalé l'existence d'Euglènes incolores qui ont des affinités étroites avec des espèces possédant de la chlorophylle. Hans Zumstein, de son côté, a obtenu en cultivant l'*Euglena gracilis*, soit à l'obscurité, soit dans des solutions organiques appropriées, une variété incolore (1).

En général, les Euglènes vertes possèdent un stigma alors que les *Astasia* en sont dépourvues ; mais on trouve cependant des exceptions ; le stigma arrive à disparaître presque complètement dans des Euglènes, alors que Khawkine a décrit une *Astasia* sous le nom d'*Astasia ocellata*, précisément parce qu'elle possédait un point oculiforme (2).

On ne peut établir, d'autre part, aucune distinction entre la nutrition des Euglènes incolores, qui est purement saprophytique, et celle des *Astasia*.

Le caractère tiré du mode de division est plus important ; tandis que la plupart des Euglènes se divisent à l'état de repos et sous une enveloppe, les *Astasia* effectuent leur bipartition, sans cesser leurs mouvements et sans que le flagellum disparaisse ; il faut toutefois remarquer que la division peut se faire aussi chez certaines Euglènes pendant la période d'activité et sans disparition des flagellums.

Nous avons supposé d'abord qu'un Euglénien qui se décolore conserve dans son cytoplasme des leucites susceptibles de s'imprégner plus tard de chlorophylle ; cela paraît être l'avis de Zumstein qui, dans la variété incolore d'*Euglena gracilis*, signale l'existence de leucoplastes ; la présence ou l'absence de leucoplastes aurait pu ainsi

(1) Zumstein: *Loc. cit.*
(2) Khawkine : *Loc. cit.*

constituer un caractère distinctif entre les Eugléniens et les *Astasia*; nous avons dû renoncer à cette idée, après avoir étudié le *Trachelomonas reticulata* Klebs ; dans cette espèce incolore, il nous a été complètement impossible de trouver la moindre trace de leucite dans le cytoplasme ; or, si ce *Trachelomonas* reste pendant tout son développement dépourvu de chlorophylle comme la chose est presque certaine, nous n'avons même plus la ressource de dire que les Eugléniens se différencient des *Astasiæ*, par la propriété qu'ils ont de se colorer en vert à un moment donné de leur développement ; autrement, on en arriverait à classer le *Trachelomonas reticulata* à côté du genre *Astasia*.

En résumé, il n'existe à l'heure actuelle aucun caractère général distinctif entre les *Euglenæ* et les *Astasiæ* : si certaines variétés incolores d'Euglènes peuvent reformer à nouveau leurs chloroleucites, d'autres espèces, comme le *Trachelomonas reticulata*, n'ont aucun leucite dans leur cytoplasme, et ils sont probablement dépourvus de chlorophylle pendant toute leur vie, comme les *Astasia*.

L'autonomie de ce dernier genre ne nous paraît pas d'ailleurs, à l'heure actuelle, offrir le moindre doute.

En se reportant aux Chlamydomonadinées, nous voyons qu'à la base de cette famille il existe une espèce incolore, autonome, le *Polytoma uvella*, formant un genre distinct des *Chlamydomonas* ; à un moment donné, on ignorait cependant cette distinction, comme pour les Euglènes, si bien que Cohn la désignait sous le nom de *Chlamydomonas hyalina*. De même, le *Chilomonas paramœcium* incolore est distinct du *Cryptomonas ovata* qui possède des chromatophores. Nous avons donné précédemment la preuve que le cytoplasme des *Polytoma* et des *Chilomonas* ne renferme aucun corpuscule différencié pouvant être assimilé à un leucoplaste ou à un amyloplaste ; il est naturel que nous trouvions à la base des Eugléniens un

ou plusieurs organismes incolores n'ayant pas encore acquis la propriété de former des leucites ; le paramylon, comme l'amidon aurait précédé dans l'évolution la différenciation des chromatophores (1).

Le fait pour être établi exigeait : 1° *que l'organisme incolore soit bien un Euglénien* : *nous avons indiqué le moyen de s'en assurer au moyen de l'étude du noyau* ; 2° *que cet organisme incolore fût dépourvu de leucite* ; 3° *que des cultures assez longues puissent permettre d'affirmer qu'il ne se transforme pas en organisme vert.*

Nous avons, dans une excursion aux Sables-d'Olonne, faite en vue de compléter ce mémoire, réussi à obtenir une belle récolte du *Menoidium incurvum*, plus connu sous le nom de *Rhabdomonas incurva* Fres. et de l'*Astasia margaritifera* Schmarda ; cela nous a permis de remplir les conditions du programme indiqué ci-dessus et d'obtenir quelques autres résultats intéressants.

GENRE ASTASIA *Ehrbg.*

Sous le nom d'*Astasia proteus*, Stein a décrit un organisme qui montre tantôt un seul flagellum, tantôt deux flagellums dont l'un plus petit ; une variété recourbée, connue sous le nom de *Rhabdomonas incurva* ne serait autre chose que la forme jeune de cette espèce (2).

Butschli, qui admet l'autonomie du *Rhabdomonas incurva*, place dans sa famille des *Astasiina*, un genre *Astasia* caractérisé par la présence de deux flagellums inégaux, avec les genres *Heteronema*, *Zygoselmis*, *Sphenomonas* et *Tropidoscyphus* ; il range dans la famille des *Menoidina* la forme uniflagellée de l'*Astasia proteus* sous le nom d'*As-*

(1) P.-A. Dangeard : *Etude sur la structure de la cellule et ses fonctions, le* Polytoma uvella. (Le Botaniste, 8e série, p. 5-58, 1901).

(2) Stein : *Loc. cit.*, T. XXII.

tasiopsis avec les genres *Menoidium*, *Atractonema* et *Rhabdomonas* (1).

Klebs a une conception différente des *Astasiæ*; il place dans cette famille les formes à un seul flagellum (2); Seligo, ayant cru constater que le *Rhabdomonas incurva* montre toutes les transitions avec les individus à un seul flagellum étudiés par Stein sous le nom d'*Astasia proteus*, adopte la classification de Butschli et il considère l'espèce étudiée par lui comme devant prendre le nom d'*Astasiopsis distorta* Duj. (3).

Klebs, dans son dernier mémoire, reconnaît qu'il est très difficile de séparer les variétés et les formes de ce groupe (4) : il est peu propable toutefois, d'après ce savant, que le *Rhabdomonas incurva*, qui a un contour défini et possède des sillons longitudinaux, soit une forme jeune de l'*Astasia distorta* qui est métabolique et possède une cuticule striée en spirale ; tant que l'on n'aura pas observé sous le microscope la transformation directe du *Rhabdomonas* en un *Astasia*, l'autonomie des deux genres ne devra faire aucun doute, d'autant plus que la division longitudinale du *Rhabdomonas incurva*, non observée par Seligo, se produit cependant, comme chez les autres Flagellés par une échancrure qui débute à la partie antérieure du corps. Klebs se croit en droit de conserver dans le genre *Astasia* les formes à un seul flagellum, possédant la métabolie; dans le genre *Distigma*, les formes à deux flagellums inégaux constituées comme les *Astasia* ; quant au *Rhabdomonas incurva*, il se range dans le genre *Menoidium* à côté du *Menoidium pellucidum*.

Ces divergences de vue ne sont pas pour faciliter l'étude des *Astasia* ; aussi, nous contenterons-nous de décrire,

(1) Butschli : *Protozoa in Bronn's Klassen des Thierreichs*, Bd. I.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, I.
(3) Seligo : *Unters über Flagellaten* (Cohn's Beitr. zur Biologie, IV).
(4) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 357.

aussi exactement que nous le pourrons, les faits que nous avons observés.

Dans la récolte faite aux Sables-d'Olonne, se trouvait le *Rhabdomonas incurva* avec son apparence la plus typique ; mais nous n'avons pas tardé à reconnaître dans cette même culture d'autres individus possédant les caractères du genre *Astasia* ; comme toutes les transitions entre ces deux sortes d'individus semblaient exister dans nos préparations, nous avons pensé tout d'abord qu'il s'agissait d'une seule et même espèce. Seligo s'était trouvé déjà en présence de la même difficulté : le *Rhabdomonas incurva* qu'il étudiait se trouvait mélangé à une Astasiée ressemblant à l'*Astasia proteus* St. ; c'est ainsi qu'il avait été conduit à adopter le point de vue de Stein. Il faut convenir qu'en dehors des transitions nombreuses qui peuvent être constatées entre le type *Rhabdomonas* et le type *Astasia*, le fait que ces formes ont été rencontrées par plusieurs observateurs intimement associées pourrait jeter un doute sur l'autonomie des deux genres ; nous pensons cependant avec Klebs qu'ils doivent être conservés.

1° *Astasia margaritifera* Schmarda.

Cette espèce a des dimensions assez variables ; sa longueur est de 30 à 50 μ ; sa largeur de 12 à 17 μ environ ; les individus, lorsqu'ils nagent librement, ont une forme très caractéristique : le corps est arrondi à l'avant et il se continue à l'arrière en un cône très allongé (T. fig. 45, A, B) ; le mouvement est alors assez vif, il consiste en rotation avec progression rapide. La partie antérieure de la cellule présente une légère échancrure de laquelle part un flagellum aussi long que le corps lui-même ; en général, cette moitié antérieure renferme de gros grains de paramylon, alors que la partie postérieure en est dépourvue. Selon Klebs, la membrane est « nur deutlich

spiralig gestreift » ; il y a là une erreur. En effet, sur la plupart des individus, avec une bonne coloration avec la fuchsine acide et l'hématoxyline, on distingue parfaitement des stries très marquées.



Fig. 45. — *Astasia margaritifera.*

Le noyau est ordinairement situé à l'arrière ; il y avait intérêt à bien déterminer sa structure ; or, il nous a été facile de constater qu'il a exactement la structure du noyau des Eugléniens ; il possède un nucléole central et une quinzaine de chromospires disséminées dans le nucléoplasme T. fig. 45, H, I) .

En outre du noyau, nous avons réussi à mettre en évidence dans le cytoplasme, un corpuscule arrondi, entouré d'une zone claire : il est situé au-dessus du noyau à une distance plus ou moins grande (T. fig. 45, J, K, L), sa substance est homogène et peu chromatique ; sa présence est loin d'être constante ; nous verrons dans un instant quel est son rôle probable.

Lorsque l'*Astasia margaritifera* se trouve gênée par la pression d'une lamelle, ou bien lorsque, dans une cellule humide, elle se trouve sur les bords de la goutte d'eau, là où l'épaisseur de la couche liquide est très mince, cette espèce présente alors des déformations très remarquables, nous en avons dessiné quelques-unes (T. fig. 46, D, E, F, G) ; le corps s'amincit à l'avant, formant ainsi un long col cylindrique, puis on voit les grains de paramylon situés à l'arrière se transporter du côté du flagellum ; un instant après, le transport des grains de paramylon se fait en sens inverse ; la cellule s'aplatit, se contracte, s'étend, se renfle, sans que le flagellum ait forcément disparu et le contenu cellulaire se transporte rapidement d'un point à un autre.

La métabolie, dans son ensemble, rappelle beaucoup celle de l'*Euglena viridis* : la forme générale est aussi celle de cette dernière espèce. Klebs admet que son *Euglena hyalina* est très voisine de l'*Astasia margaritifera* ; nous ne voyons même pas comment on pourrait les séparer ; il est vrai que si beaucoup des Euglènes hyalines sont dépourvues de point oculiforme, d'autres en possèdent un ; mais il est impossible de voir là un caractère distinctif suffisant.

L'espèce que nous étudions a un stade de repos que l'on ne peut assimiler à un véritable enkystement, car il n'y a pas épaississement sensible de la membrane : la cellule s'arrondit à ses deux extrémités, après avoir retiré son flagellum et elle reste ainsi immobile au milieu des

algues, dans le fond des vases de culture ; le corps est rempli de gros grains de paramylon (T. fig. 45, N).

Klebs admet que dans l'*Astasia margaritifera* les grains de paramylon sont petits, en forme de courts cylindres aplatis, alors que dans l'*Astasia inflata* Dujard. ils sont beaucoup plus gros ; nous ne pouvons accorder aucune valeur à ces différences, car la grosseur des grains, leur nombre et leur dispersion à l'intérieur du cytoplasme varient considérablement au cours du développement.

Il est évident, également, que les espèces créees par Dujardin sous le nom d'*Astasia contorta*, d'*Astasia limpida* ont besoin d'être étudiées à nouveau ; si elles n'avaient pas été recueillies dans l'eau de mer, nous n'aurions pas hésité à les réunir, dès à présent, à l'*Astasia margaritifera*.

La division a lieu au stade d'activité et, peut-être aussi, au stade de repos : dans le premier cas, le noyau se porte à l'avant du corps, en même temps que le corpuscule dont nous avons signalé l'existence ; nous avons trouvé un individu qui possédait deux de ces corpuscules, l'un était manifestement en relation avec le flagellum (T. fig. 45, L) ; pour le second, nous ne pouvons rien affirmer. Malgré l'absence des stades intermédiaires, il est assez facile d'indiquer cependant comment les choses doivent se passer ; ce corpuscule n'est autre chose qu'une sorte de blépharoplaste ; il se divise pour la formation du second flagellum. Lorsque nous avons rencontré ce corpuscule dans les cellules d'*Astasia* notre première idée a été de l'assimiler au pyrénoïde de l'*Euglena viridis*, dont il occupe la place ; après des essais de coloration à la fuchsine acide, nous n'avons pas tardé à reconnaître que nous faisions fausse route ; nous avons alors pensé qu'il était en relation avec la formation du flagellum, ce qui ne paraît pas douteux. Chez ces êtres, le cytoplasme du flagellum rentre facilement dans le corps pour sortir plus tard, à nouveau, en vue de la période d'activité ; il n'est

donc pas étonnant que nous trouvions une sorte de réserve à cet usage ; dans les cellules au repos, ce blépharoplaste est situé au milieu de la cellule, plus ou moins loin du noyau ; on ne l'aperçoit plus, lorsque toute sa substance a passé dans le flagellum ; au moment de la division, il se sépare en deux, parce qu'à ce moment un second flagellum doit se former à côté du premier.

La division nucléaire se fait comme chez les Euglènes ; le nucléole s'allonge, entraînant à chaque extrémité nucléoplasme et chromospires (T. fig. 45, M) ; une échancrure antérieure se produit qui gagne l'extrémité postérieure (T. fig. 45, P) ; les deux individus nagent encore quelque temps de concert avant la rupture définitive.

La division à l'état de repos n'a été vue qu'une seule fois, ce qui fait qu'elle présente encore un caractère douteux ; elle a lieu comme dans l'*Euglena gracilis*, sans enveloppe commune (T. fig. 45, O).

L'observation de cette espèce a duré un mois et demi environ ; nous avons fixé des individus au moment de la récolte ; à notre retour au laboratoire, nous avons simplement vidé le flacon qui renfermait l'*Astasia* dans une soucoupe ; c'est là que nous faisions journellement des prélèvements en vue de compléter notre étude ; quelques cultures en cellule humide nous servaient à contrôler les résultats obtenus sur les individus fixés et colorés.

En résumé, il nous semble que cette espèce est la seule qui soit actuellement suffisamment connue : elle réunit les caractères de l'*Astasia margaritifera* Schm. et de l'*Astasia inflata* Dujard. ; quand elle nage en pleine eau, elle a la forme conique allongée de la première ; quand elle éprouve une gêne quelconque, le corps s'aplatit comme dans la seconde ; selon l'état de la culture, les grains de paramylon sont gros, globuleux ou allongés, parfois plus petits et cylindriques ; c'est surtout dans nos

cultures en chambre humide que nous avons rencontré cette dernière disposition ; les dimensions sont également variables, presque du simple au double.

C'est à cette espèce qu'il faut rapporter la forme uniflagellée, étudiée par Stein, sous le nom d'*Astasia proteus* ; comme tous les individus de nos cultures sont restés, sans exception, avec un seul flagellum, pendant plusieurs semaines, il est probable que la forme d'*Astasia proteus* à deux flagellums, décrite par Stein, a une réelle autonomie ; dans ce cas, elle doit faire partie du genre *Distigma*, ainsi que Klebs l'a indiqué.

Astasia curvata Klebs.

Dans son premier mémoire, Klebs avait rangé cette espèce dans son genre *Euglena* (1) ; Butschli en fait le type de son genre *Astasiopsis* et l'identifie (2), sans raison d'ailleurs, avec le *Cyclidium distortum* Dujardin. Klebs, dans son second mémoire, reconnaît que cette espèce est mieux à sa place dans le genre *Astasia* (3) ; c'est à cause de sa ressemblance avec l'*Euglena acus* qu'il en avait fait tout d'abord une Euglène ; son organisation cependant la rapproche davantage des *Astasia*.

Nous avons eu l'occasion d'observer quelques individus de cette espèce, en compagnie du *Trachelomonas reticulata* et du *Chilomonas Paramœcium* ; nous n'hésitons pas à la considérer comme appartenant au genre *Astasia*. Le corps a la forme d'un cône très allongé et recourbé faiblement en arc : il est métabolique et peut s'aplatir ou se tordre ; les grains de paramylon sont petits et localisés en général à l'avant : la membrane est faiblement striée en spirale. La longueur oscille aux environs de

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 309-310.
(2) Butschli : *Loc. cit.*, P. XLVII, fig. 4.
(3) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 358.

40 μ et la largeur est de 5 à 6 μ. Le noyau est situé au tiers inférieur du corps (Pl. IV, fig. 12).

Pendant le mouvement, alors que la cellule ne modifie pas ses contours, la ressemblance avec le *Menoidium pellucidum* Perty est frappante, ainsi que Klebs l'a constaté lui-même. Il est certain que l'avant du corps, chez l'*Euglena curvata*, est organisé exactement comme dans le *Menoidium pellucidum*; il ne reste comme différence que la forme rigide du corps dans ce dernier genre.

Menoidium incurvum (Fres.) Klebs.

Le *Menoidium incurvum* ou *Rhabdomonas incurva* se trouvait en compagnie de l'*Astasia margaritifera*; nous avons déjà vu les nombreuses controverses qui se sont élevées à propos de cette espèce; nous nous rangeons à l'avis de Klebs qui en fait une espèce distincte; le corps est rigide, cylindrique, arrondi aux deux extrémités, et ordinairement un peu recourbé; la surface présente quelques côtes espacées longitudinales (T. fig. 46). La longueur atteint 25 μ sur une largeur de 7 μ. Klebs n'a pas réussi à voir un sillon longitudinal séparant le corps en deux moitiés inégales; il est certain que cette



Fig. 46. — *Menoidium incurvum.*

disposition, signalée par Seligo, n'est pas visible sur tous les individus; mais elle existe sur quelques-uns; c'est une sorte d'aile analogue à celle du *Phacus alata* mais beaucoup moins prononcée (T. fig. 46, F). Seligo se demandait s'il ne fallait pas voir dans cette apparence un indice de la division du corps ; il se prononçait pour la négative, à cause de l'inégalité des deux moitiés ainsi séparées; nous pouvons ajouter que rien dans la structure interne de ces cellules n'indique une division prochaine. D'après le même savant, un gros corpuscule discoïde de paramylon existe régulièrement à la partie antérieure du corps sur la plupart des gros individus ; à côté se trouve une vacuole principale ; la vacuole annexe contractile n'a pas été vue. Le noyau se trouve au milieu du corps dont il occupe presque toute la largeur ; au-dessus et au-dessous sont disposés des corpuscules de paramylon de différentes grosseurs. Nous ajouterons seulement que le noyau est loin d'être toujours médian ; il est assez souvent situé au premier tiers postérieur du corps : cet élément est quelquefois aplati par les grains de paramylon, et dans ce cas sa structure est difficilement reconnaissable. Nous avons pu nous assurer, sur des exemplaires plus favorables, qu'il possède un nucléole entouré d'un nucléoplasme homogène (T. fig. 46, B, C), et qu'il ressemble complètement au noyau de l'*Astasia margaritifera*, bien que les chromospires soient plus rarement visibles. A la partie antérieure du corps, nous avons mis en évidence par les réactifs un petit canal latéral qui se dirige du côté de la vacuole.

Le *Menoidium incurvum* a un stade de repos comme l'*Astasia margaritifera* ; il conserve sa forme générale, son cytoplasme est rempli de gros grains dont la nature aurait besoin d'être étudiée à nouveau ; ils rappellent les corpuscules gélatineux du *Sphenomonas teres* ; les sillons de la membrane, ainsi que la crête longitudinale,

sont plus visibles que pendant la période d'activité ; le noyau est comprimé, presque méconnaissable (T. fig. 46, E, F, G, H).

Nous avons observé la division dans cette espèce ; les deux individus, sur le point de se séparer, nageaient de concert, en conservant leur position parallèle ; l'avant de chaque cellule renfermait des grains de paramylon, alors que la partie postérieure contenait de petits granules protéiques (T. fig. 46, I).

En résumé, des quatre genres qui, à l'heure actuelle, forment le groupe des *Astasia*, deux, d'après nos observations, ont une autonomie réelle : le genre *Astasia* et le genre *Menoidium*. On doit se demander s'il en est de même des genres *Distigma* et *Sphenomonas* qui ne diffèrent des deux précédents que parce qu'ils possèdent un second flagellum plus petit à côté du premier. Or, nous savons que les flagellums, dans la division longitudinale libre, ne se multiplient pas par bipartition, mais par nouvelle formation ; ainsi, lorsqu'un *Astasia* se divise, un second flagellum pousse à côté du premier ; il y a là une cause d'erreur, ainsi qu'en fait foi une observation ancienne que nous rapporterons ici.

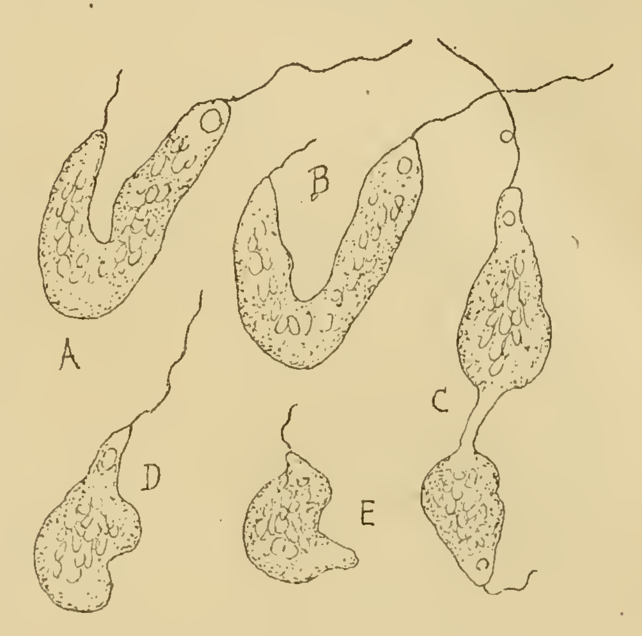


Fig. 47. — Division d'un *Astasia*.

Il s'agissait d'un organisme ne possédant normalement qu'un flagellum et ressemblant à une Euglène incolore, par conséquent un *Astasia* très probablement ; le corps était cylindrique ou ovale allongé, terminé en pointe ; il

montrait, à certains moments, des déformations considérables. Parmi ces individus, l'un d'eux présentait un tout petit flagellum à côté du second beaucoup plus long. Stein a figuré l'*Astasia proteus* ayant ainsi normalement deux flagellums, l'un atteignant la longueur du corps et l'autre beaucoup plus court : dans notre observation, l'individu à deux flagellums représentait un stade de la division, ainsi que nous nous en sommes assuré. Bientôt, en effet, les deux flagellums s'éloignaient l'un de l'autre, une échancrure les isolait; les deux moitiés du corps ainsi séparées se plaçaient dans le prolongement l'une de l'autre (T. fig. 47, A, B, C); on avait alors l'illusion d'un organisme ayant un long flagellum à l'avant et un court flagellum à l'arrière ; pendant cette division, l'*Astasia* rapproche successivement ses deux moitiés et les éloigne ensuite ; un étranglement médian se produit et la séparation a lieu ; la division a donné naissance à deux individus, l'un qui conserve l'ancien flagellum et qui reprend immédiatement son mouvement ordinaire ; l'autre qui rampe en attendant l'allongement de son flagellum de nouvelle formation (T. fig. 47, D, E).

On voit par ce qui précède l'utilité de reprendre à nouveau l'étude du genre *Distigma*, afin de s'assurer si la présence du second flagellum n'est pas tout simplement l'indication d'une division prochaine chez un *Astasia* ordinaire.

III. — PERANEMACEÆ.

Senn établit dans ce groupe plusieurs sous-familles : *Euglenopseæ*, *Peranemeæ*, *Petalomonadeæ*, *Heteronemeæ*, *Anisonemeæ* (1); les espèces qui en font partie ont une nutrition animale et elles produisent dans leur cytoplasme du paramylon ou des *matières grasses*.

(1) Senn : *Loc. cit.*, p. 179.

En admettant le groupe des *Peranemaceæ* dans ses *Eugleninеæ*, Senn ne fait que suivre l'opinion de Klebs, qui a essayé d'indiquer dans un tableau les affinités des divers genres entre eux (1).

On pouvait croire que certains de ces genres n'étaient pas à leur place dans les *Eugleninæ*; c'était même notre opinion avant d'avoir entrepris ce travail : aussi avons-nous été heureux de pouvoir étudier assez complètement une des espèces les plus différenciées parmi les *Peranemaceæ*, l'*Entosiphon sulcatum* ; le résultat de nos observations a trompé notre attente. Butschli, qui avait décrit la division nucléaire dans ce genre, l'avait considérée comme une division directe : nous avons pu constater qu'au contraire cette division est absolument identique à celle des autres Eugléniens ; de la sorte, les affinités de l'*Entosiphon sulcatum* se trouvaient établies solidement.

1° *Peranema trichophorum* Ehrbg.

Cette espèce a été étudiée par un grand nombre d'auteurs, en particulier par Klebs (2), Butschli (3) et Fisch (4) ; on la rencontre dans les cultures d'Euglènes ; le corps est ovale ou cylindrique, aminci en avant ; il est très spasmodique. Longueur 50 μ ; largeur 12-15 μ. Le flagellum, qui est de la longueur du corps ou un peu plus long, est inséré au fond d'une échancrure antérieure ; au-dessous se trouve, dans une sorte d'infundibulum plus ou moins visible, la bouche ; puis, tout à côté, un organe particulier que Butschli considère comme un œsophage, tandis que Klebs pense qu'il s'agit de deux bâtonnets parallèles. Nous n'avons pas d'éléments suffisants pour prendre

(1) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 391.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 324 ; II, p. 368.
(3) Butschli : *Loc. cit.*
(4) Fisch : *Untersuch. über einige Flagellaten* (Zeit. f. wiss. zool., Bd. XLII, 1885).

part à la discussion; mais nous serions assez disposé à admettre qu'il s'agit d'une sorte de gouttière, au lieu d'un tube cylindrique, comme chez l'*Entosiphon sulcatum.*

L'ingestion des aliments a été suivie par Klebs et par Fisch ; nous avons réussi, de notre côté, à faire absorber à quelques individus des granules de carmin ; le déplacement de ces granules peut se faire très rapidement dans le cytoplasme. Ainsi, l'un des individus contenait deux granules de carmin, l'un situé au-dessus du noyau, l'autre à la partie postérieure du corps ; en quelques secondes le granule du haut rejoignait celui du bas ; le même granule se trouvait ensuite reporté vers le milieu du corps. Les *Peranema* se nourrissent de petites algues vertes; le cytoplasme en renferme parfois un assez grand nombre (Pl. IV, fig. 11) ; d'autres individus sont incolores et ne contiennent que quelques granules de paramylon (Pl. IV, fig. 10). L'origine de ce paramylon est, selon Senn, encore douteuse ; il pourrait provenir des aliments ingérés ; selon nous, c'est certainement un produit propre de la cellule, comme chez les *Astasia.*

La membrane du corps est striée en spirale; à l'avant, au niveau de la gouttière, se trouvent une vacuole principale et des vacuoles annexes ; le noyau occupe le centre de la cellule.

2° *Petalomonas mediocanellata* Stein.

Le genre *Petalomonas* comprend environ huit espèces avec de nombreuses formes intermédiaires que l'on trouvera indiquées et décrites dans le dernier ouvrage de Klebs (1).

Nous avons rencontré dans nos cultures le *Petalomonas mediocanellata* Stein et nous avons tenté quelques essais de coloration. Le noyau est situé sur le côté gauche du

(1) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 380.

corps ; il possède un nucléole entouré de nucléoplasme ; malheureusement, aucun de ces noyaux n'était en division (T. fig. 48, A, B, C).

Le cytoplasme renferme, selon Senn, des pelotes alimentaires, des globules oléagineux, et *peut-être* aussi des corpuscules de paramylon. Il ne saurait plus y avoir le

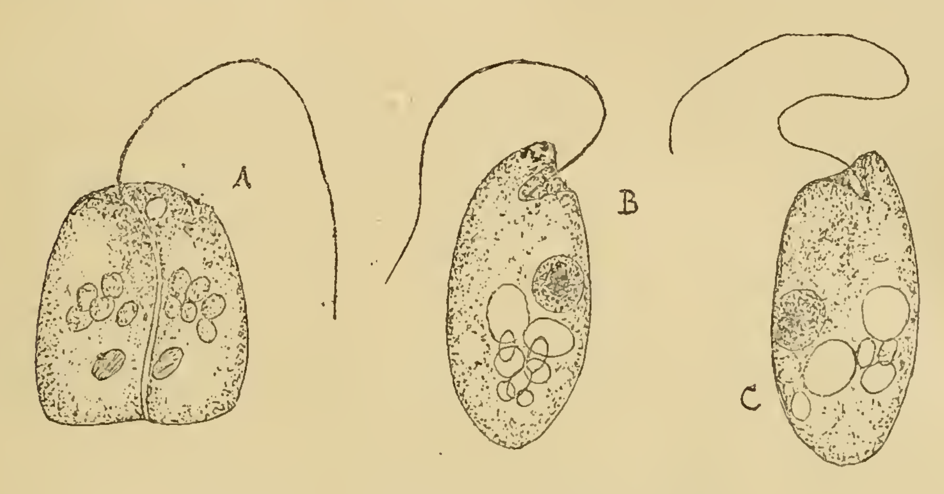


Fig. 48. — *Petalomonas mediocanellata.*

moindre doute sur l'existence du paramylon dans les *Petalomonas* ; dans l'espèce que nous étudions ici, le corps renfermait de nombreux corpuscules de paramylon de différentes grosseurs ; ils étaient accumulés dans la partie médiane du corps autour du noyau ; c'est un produit d'assimilation et une réserve, ainsi que nous avons pu le constater.

Le flagellum est inséré au fond d'une échancrure très nette ; nous n'avons vu aucune trace de blépharoplaste ou de rhizoplaste, même dans nos meilleures préparations.

3° *Entosiphon sulcatum* (Dujard.) Stein.

Dujardin, qui a le premier caractérisé cette espèce, la rangeait parmi les *Anisonema*, tout en faisant remarquer

que cet infusoire devrait probablement constituer plus tard un genre nouveau (1).

Stein observe à la partie antérieure de ce Flagellé un tube qu'il considère comme comme un œsophage « Schlundrohr » ; d'où le nom générique d'*Entosiphon* qui a été conservé. Ce savant figure plusieurs stades de la division longitudinale (2).

Klebs, dans son premier mémoire, conserve cette espèce dans le genre *Anisonema* : selon lui, le tube vu par Stein est en réalité une sorte de bâtonnet plat ayant une signification inconnue : le noyau, muni d'une d'un gros nucléole, serait placé à la partie postérieure du corps (3).

Seligo est de l'avis de Klebs, en ce qui concerne l'appareil spécial de l'*Entosiphon* ; ce serait un tube long et plat : le noyau est, cette fois, placé dans sa position exacte, c'est-à-dire vers le milieu du corps (4).

Klebs, dans son second mémoire, maintient sa première interprétation sur la nature de l'appareil buccal de l'*Entosiphon* et il le compare à ceux des *Peranema*, *Urceolus*, *Dinema*. « Ein Unterschied zeigt sich darin, dass bei *Peranema* und besonders bei *Dinema* das organ aus zwei Staben besteht, die am vorderen Ende verbunden sind, wahrend bei *Entosiphon* ein einziger, flacher nach hinten sich verjungender Stab vorhanden ist, den man sich gleichsam durch Verschmelzung entstanden denken kann (5). »

Enfin Senn, à la description du genre *Entosiphon*, nous dit que l'ouverture buccale se trouve à l'extrémité d'un tube à travers lequel la nourriture est ingérée sous la forme de petits granules (6).

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 345.
(2) Stein : *Loc cit.*, T. XXIV, fig. 17-25.
(3) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 329.
(4) Seligo : *Loc. cit.*, p. 161.
(5) Klebs : *Loc. cit.*, II, p 390.
(6) Senn : *Loc. cit.*, p. 184.

Tout en portant plus spécialement notre attention sur le noyau, nous n'avons pas manqué d'étudier l'organisation générale.

Le corps est à contour elliptique ; la surface présente des côtes larges au nombre de sept ou huit, séparées par d'étroits sillons assez profonds ; aussi la section transversale a-t-elle un peu la forme d'une rosace ; à l'avant, ces côtes proéminent en limitant une sorte de vestibule ; c'est dans ce vestibule que vient affleurer l'organe en forme de bâtonnet dont la véritable nature est, comme nous l'avons vu, si controversée.

Lorsqu'on examine ce bâtonnet suivant sa longueur, il est presque impossible de décider s'il est plat ou creux ; cependant le fait que la paroi présente un double contour est déjà une indication ; les présomptions se changent en certitude, lorsqu'on peut réussir à observer l'*Entosiphon* par sa face antérieure ; on voit qu'il a une section annulaire ; au moment de la séparation du corps, le bâtonnet se divise comme le noyau ; de face, on aperçoit deux anneaux complets qui représentent les tubes en section transversale ; le bâtonnet est donc arrondi et creux ; sa paroi est très mince.

L'opinion de Klebs et de Seligo sur la forme de cet organe doit être abandonnée : ce point est définitivement établi. Selon Senn, les aliments passent dans ce tube sous forme de petites granulations : malheureusement l'auteur ne donne aucun détail. Seligo n'a pu observer l'ingestion des aliments ; il n'a pas réussi davantage avec le carmin. Nous avons été plus heureux : ayant mis en cellule humide de nombreux individus de cette espèce, nous avons constaté, au bout de quelques heures, qu'un certain nombre contenaient des granules de carmin (T. fig. 50, A). Encouragé par ce premier succès, nous avons essayé de voir comment ces granules pénétraient dans le cytoplasme ; malgré plusieurs jours consacrés à cette

recherche, les résultats n'ont pas répondu à notre attente ; à un moment donné, nous avons aperçu dans le tube des sphérules qui descendaient avec la rapidité d'une flèche ; mais il nous a été impossible d'assister à leur entrée ; nous n'avons pas vu davantage comment elles sortaient du tube pour pénétrer dans le cytoplasme. Or, le tube se continue jusqu'à la partie inférieure du corps ; on le suit jusqu'au contact de la membrane à laquelle il adhère (T. fig. 49, B) : il faut bien qu'il y ait quelque part une interruption, puisque nous retrouvons les granules de carmin dispersés dans le cytoplasme jusqu'à la moitié antérieure du corps ; ils sont plus nombreux dans la partie postérieure, ce qui ferait croire qu'ils sont abandonnés à leur sortie du tube dans cet endroit et qu'ils remontent ensuite plus ou moins haut dans le cytoplasme ; au bout de quelque temps, on peut constater leur réunion par petits groupes dans des vacuoles digestives.

Notre conclusion est celle-ci : *Le prétendu bâtonnet de l'*ENTOSIPHON *est certainement un véritable tube* ; *les granules alimentaires qui pénètrent par cet organe descendent à la partie postérieure du corps et sont abandonnés dans le cytoplasme, où ils sont digérés à des niveaux variables dans le cytoplasme, par l'intermédiaire de vacuoles digestives* ; mais nous ne pouvons faire actuellement que des hypothèses sur la façon dont les aliments passent du tube œsophagien dans le cytoplasme.

Stein avait remarqué les déplacements de cette sorte d'œsophage ; il peut, en effet, remonter au niveau de la surface du corps et même proéminer quelque peu ; il rentre ensuite plus ou moins profondément (T. fig. 49, D). Ces mouvements sont faciles à observer ; mais comment doit-on les interpréter ? Est-ce le fait d'une sorte de contraction de l'organe, ou bien le résultat d'une action directe du cytoplasme sur le tube ? Nous pensons que la première opinion est seule admissible : pendant les déplace-

ments en question, le corps ne subit aucun changement

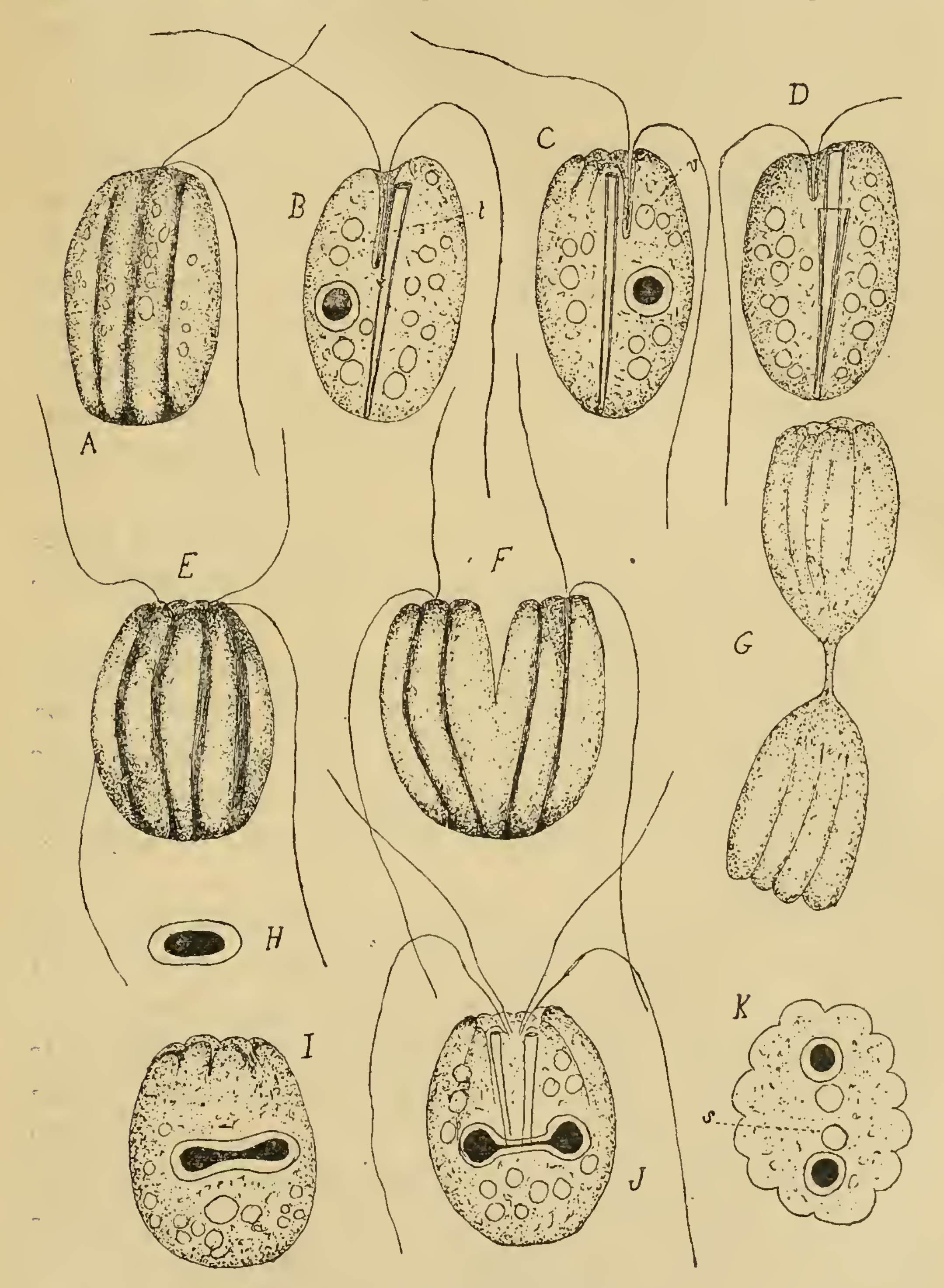


Fig. 49. — *Entosiphon sulcatum.*

appréciable ; c'est bien le tube lui-même qui se contracte ; la paroi à double contour se colore par l'hématoxyline et

le picro-carmin, comme la membrane elle-même ; on peut, selon nous, assimiler ces mouvements à ceux des tentacules des Acinétiens ou des pédoncules de Vorticelles.

Le noyau occupe une position médiane : *sa structure* semble au premier abord très *différente de celle du noyau des Eugléniens* ; un gros nucléole paraît occuper la plus grande partie de la cavité nucléaire ; il n'est séparé de la membrane que par un espace très étroit qui reste incolore sous l'action des réactifs ; par contre, la membrane est très chromatique et épaisse ; c'est donc le nucléole qui constituerait de la sorte la majeure partie du noyau ; il se colore fortement et sa substance paraît homogène à l'observation (T. fig. 49, B, C).

C'est bien ainsi que nous avions tout d'abord interprété cette structure ; mais il nous a fallu par la suite modifier cette manière de voir.

Déjà avec certaines colorations au picro-carmin suivies sous la lamelle, nous avions cru apercevoir dans le prétendu nucléole une sorte de masse centrale plus chromatique, à contour peu net; mais les méthodes ordinaires ne laissaient pas voir cette différenciation dans le noyau à l'état de repos.

Ce n'est qu'en étudiant le noyau en division que nous avons reconnu que le prétendu nucléole se compose en réalité de deux parties : l'une, occupant le centre, est le véritable nucléole; l'autre, qui l'entoure, est le nucléoplasme. Lorsque le noyau a pris la forme d'un biscuit, on distingue parfaitement l'axe nucléolaire disposé comme chez les Eugléniens : il est allongé transversalement et ses deux extrémités renflées atteignent la surface nucléaire (T. fig. 50, B) ; le nucléoplasme ne laisse pas voir de chromosomes. Le nucléole continue à s'allonger, entrainant avec lui à ses deux extrémités le nucléoplasme ; la forme est alors exactement celle d'une haltère ; le pont qui réunissait les deux moitiés se rompt, et dans les deux

noyaux devenus indépendants, la distinction du nucléole et du nucléoplasme devient à nouveau difficile (T. fig. 49, I, J) ; le noyau conserve sa membrane pendant toute la division.

En résumé, le noyau de l'*Entosiphon* semble au premier aspect différer beaucoup de celui des autres Eugléniens ;

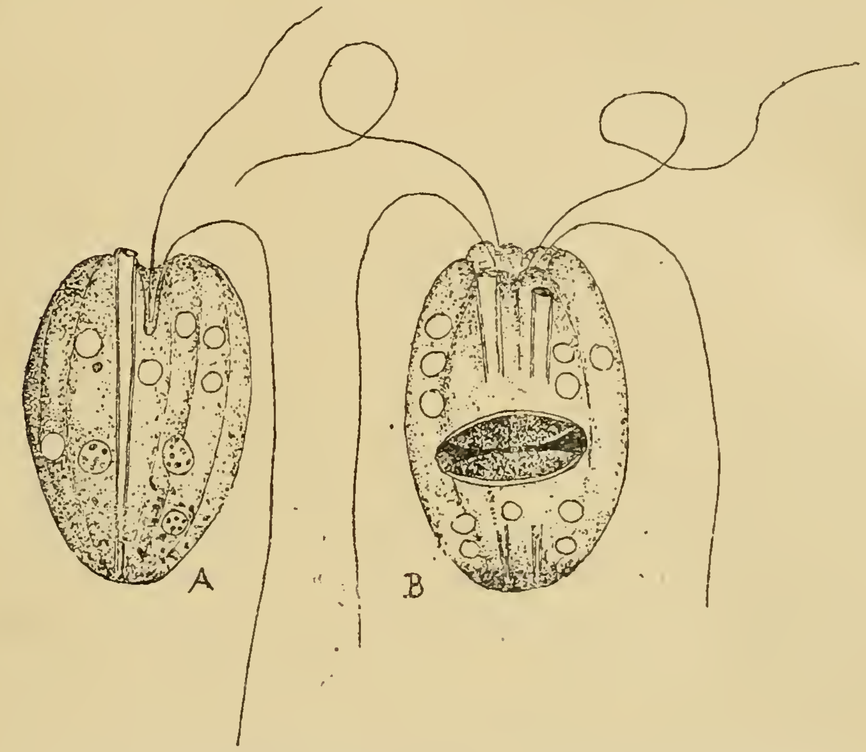


Fig. 50. — *Entosiphon sulcatum*. A. — Ingestion de granules de carmin ; B. — Noyau en division.

cependant, en réalité, les seules différences résident dans la membrane et le nucléoplasme, et elles sont sans doute plus apparentes que réelles. Alors que la membrane nucléaire des Euglènes fait défaut ou est excessivement mince, dans l'*Entosiphon*, elle est au contraire épaisse et chromatique ; chez les Euglènes, le nucléoplasme renferme des chromospires ; elles ne sont pas visibles dans l'*Entosiphon*, mais il ne faut pas oublier que la même chose se produit chez l'*Euglena sanguinea*, l'*Euglena deses*, etc.

Le mode même de division est celui des Eugléniens ;

nous nous permettrons de rappeler ici ce que nous disions récemment à propos du noyau des amibes : « Nous trouvons chez les Amibes des différences nombreuses dans la structure du noyau ; chacune d'elles correspond à un mode particulier de division ; ainsi, nous connaissons à l'heure actuelle la division directe par étirement, et la division indirecte par cloisonnement ; nous savons également que la karyokinèse peut se faire suivant deux modes sensiblement différents. Ces essais, ces tâtonnements que nous ne trouvons nulle part ailleurs, nous indiquent que l'évolution s'est exercée ici de façon toute spéciale et que le groupe des Amibes est la souche d'où partent de nombreux rameaux. Il devient évident que le noyau a subi de bonne heure dans son mode de division une série de modifications et de perfectionnements étroitement liés aux progrès d'ordre morphologique et physiologique : il sera intéressant de montrer que cette évolution correspond dans ses grandes lignes aux principaux groupes primaires animaux et végétaux (1). » Nos prévisions sont bien près de se réaliser ; dans le groupe des Flagellés, nous avons d'un côté des espèces à division indirecte, comme le *Polytoma uvella*, qui est la souche des Chlamydomonadinées et des Chlorophytes ; d'autre part, il existe des espèces, comme l'*Entosiphon sulcatum* et les autres Eugléniens, dont le noyau se divise suivant un schéma commun ; malgré leur organisation perfectionnée, elles n'ont aucune descendance ; elles occupent le dernier échelon de leur ligne d'évolution.

L'étude du noyau de l'*Entosiphon* nous apprend encore autre chose : *elle nous montre que ce genre est réellement à sa place parmi les Eugléniens* ; *ceux-ci ont des noyaux de même structure et la division s'y produit d'une manière identique*. Cette conclusion devra être sans nul doute

(1) P.-A. Dangeard : *Etude de la karyokinèse chez l'Amœba hyalina* (Le Botaniste, 7e série, p. 81-82).

étendue à la famille des *Anisonemeæ* tout entière, lorsqu'on connaîtra mieux les genres qui la composent.

Nous ne nous arrêterons pas longtemps sur les autres phénomènes qui accompagnent la bipartition du corps : la plupart ont déjà été signalés par Stein et Butschli.

Les individus qui vont se diviser ont la forme d'un gros tonnelet, avec quatre flagellums groupés par deux ; la séparation ne demande qu'une dizaine de minutes ; une échancrure médiane se produit à l'avant et s'étend progressivement ; finalement les deux cellules ne sont plus réunies que par un mince trabécule qui s'allonge, s'étire en fil et se rompt ; nous insisterons seulement sur le fait que le tube œsophagien de chaque cellule-fille provient de la bipartition de celui de la cellule-mère (T. fig. 49, E, F, G, I, J, K).

Les flagellums sont insérés à la partie interne de chaque cellule-fille, au fond d'une profonde échancrure qui se trouve au contact de chaque tube œsophagien ; leur longueur dépasse celle du corps. Au niveau de l'échancrure se trouve le système des vacuoles contractiles. Stein a dessiné une vacuole principale, entourée d'une couronne de vacuoles annexes ; Seligo indique la présence de deux vacuoles contractiles qui se vident dans la vacuole principale ; Senn admet plusieurs vacuoles annexes pulsatiles.

Le cytoplasme est peu chromatique ; sa structure est alvéolaire : il renferme en plus ou monis grande abondance des sphérules de grosseur variable, d'aspect oléagineux, très réfringentes ; on les considère comme des produits de sécrétion ; ces corpuscules remplacent sans doute l'amidon et le paramylon comme substance de réserve dans la cellule ; lorsque la nutrition est ralentie, ils arrivent à disparaître complètement. Lorsque la cellule meurt, le protoplasma se désagrège et se détruit plus ou moins complètement ; au bout de 24 heures on ne

trouve que des traces du noyau ; mais la membrane et le tube œsophagien sont encore souvent intacts ; ce dernier dépasse alors la surface du corps beaucoup plus qu'à son état d'extension complète sur les individus vivants.

DEUXIÈME PARTIE

Cette deuxième partie comprend cinq chapitres :

Le chapitre I traite de l'organisation générale de la cellule.

Le chapitre II est consacré au mouvement et à l'appareil locomoteur.

Le chapitre III contient une étude de la nutrition.

Le chapitre IV renferme la description du mode de reproduction des Eugléniens.

Le chapitre V termine ce mémoire par un aperçu des affinités des Eugléniens.

CHAPITRE I

ORGANISATION GÉNÉRALE.

La plupart des Eugléniens, pendant la période d'activité, ont une forme ovale ; quelques-uns sont allongés en un long ruban (*Euglena deses*) ; d'autres sont amincis en navette à leurs deux extrémités (*Euglena acus*) ; enfin il en est qui sont arrondis en tonnelet ou en sphère, comme les *Trachelomonas lagenella* et *Tr. volvocina.*

La cellule est limitée par une membrane, ordinairement striée en spirale ; parfois il existe de véritables sillons (*Phacus*) et même des côtes proéminentes (*Entosiphon sulcatum*).

La membrane présente à l'avant du corps une sorte d'invagination au fond de laquelle est inséré un flagellum, rarement deux : c'est le *vestibule.* Ce vestibule se continue par un canal qui débouche dans une grande vacuole antérieure ou *vacuole principale* ; celle-ci est accompagnée de *vacuoles annexes.*

Au contact de la vacuole principale se trouve le point oculiforme ou *stigma.*

Le cytoplasme renferme un noyau dont nous étudierons en détail la structure et le mode de division dans le chapitre IV, consacré à la reproduction.

Chez les espèces qui possèdent la nutrition holophytique, le cytoplasme contient des chloroleucites diversement conformés : leur description trouvera sa place naturelle au chapitre III, qui traite de la nutrition générale ; c'est

dans ce chapitre également que nous nous occuperons du paramylon, substance de réserve analogue à l'amidon.

Il reste donc à étudier dans ce premier chapitre : 1° les téguments ; 2° le cytoplasme ; 3° le système des vacuoles pulsatiles ; 4° le point oculiforme.

1° *Les téguments.*

Les téguments comprennent : A) la membrane proprement dite ; B) les enveloppes accessoires.

A) *La membrane.*

Les Eugléniens possèdent une membrane que Dujardin distinguait déjà sous le nom de tégument contractile à surface « lisse ou régulièrement plissée ou striée (1) ».

Ces stries ont été vues ensuite par plusieurs observateurs. Focke les signale dans l'*Amblyophis viridis* (2); Carter les compare aux fils en spirale des trachées végétales et il conclut de ce caractère que les Eugléniens sont des végétaux (3). Stein, par contre, assimile ce système de stries aux muscles des animaux supérieurs (4). Cienkowski considère les Euglènes en mouvement comme des zoospores, d'où la conclusion que leur tégument est un simple ectoplasme (5).

Klebs nous fournit des notions beaucoup plus complètes sur la membrane des Eugléniens ; il indique sa structure, ses propriétés, sa manière d'être vis-à-vis des réactifs colorants, dans les diverses espèces.

Le cytoplasme est adhérent à la membrane et il ne peut en être éloigné par plasmolyse, comme on le fait à l'égard

(1) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 347.
(2) Focke : *Loc. cit.*, Heft II, 1854, t. IV, fig. 21.
(3) Carter : *Loc. cit.*
(4) Stein : *Loc. cit.*, p. 145.
(5) Cienkowski : *Loc. cit.*, p. 424.

des cellules végétales ; pour amener un retrait sensible, le mieux est d'employer l'alcool; si l'on veut examiner la membrane seule, il suffit souvent d'une pression sur la lamelle pour vider la cellule de son contenu ; on peut encore détruire le cytoplasme par l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Les stries de la membrane ne se voient pas chez tous les individus lorsqu'il s'agit de l'*Euglena viridis* et des espèces voisines ; de temps en temps seulement, on rencontre des cellules favorables à l'observation ; les stries sont rapprochées les unes des autres et disposées en spirale. Chez l'*Euglena granulata*, les stries sont déjà plus faciles à mettre en évidence ; dans l'*Euglena spirogyra*, on les voit facilement sur tous les individus, d'autant mieux qu'elles sont recouvertes par de petites protubérances à section trapézoïdale disposées en chapelet, le long des lignes. Dans l'*Euglena oxyuris*, chez les *Phacus*, les *Astasia*, la surface de la membrane présente de véritables sillons faisant avec l'axe de la cellule des angles variables ; ils sont étroits (*Astasia*) ou larges (*Phacus*) ; les plus remarquables existent chez l'*Entosiphon sulcatum* ; ils sont parallèles à l'axe, au nombre de sept ou huit ; le fond des sillons étant profond, le corps présente des côtes longitudinales, et sa section transversale a la forme d'une rosace. Chez le *Phacus ovum*, les stries de la membrane se voient encore dans les colonies palmelloïdes, ainsi que nous avons pu le constater.

La résistance aux acides est variable selon les espèces. Si l'on traite l'*Euglena viridis* par l'acide acétique concentré, la membrane se gélifie rapidement ; l'action est moins prononcée sur les échantillons fixés au préalable par l'alcool ; la même chose se produit avec la v[té] *olivacea*. L'acide acétique laisse intacte la membrane de beaucoup d'autres espèces, telles que l'*Euglena spirogyra*, l'*Euglena deses*, etc. L'acide chromique n'agit que lentement sur ces

derniers ; la membrane du *Phacus pleuronectes*, du *Phacus alata*, résiste très longtemps ; la potasse et l'acide sulfurique eux-mêmes n'ont qu'une action lente. Si l'on examine dans l'acide sulfurique un mélange contenant *Euglena spirogyra*, *E. deses*, *Phacus pleuronectes*, *Ph. alata*, *Phacus longicauda*, on s'aperçoit qu'au bout d'un quart d'heure, aucune membrane n'est encore dissoute : les sillons des *Phacus* se voient alors avec la plus grande netteté.

La membrane a une sensibilité assez faible pour la plupart des réactifis colorants ; parmi ceux-ci, les meilleurs sont l'hématoxyline et les préparations au carmin. Elle se colore en jaune ou en brun par l'action de l'iode et de l'acide sulfurique, ou encore par le chlorure de zinc iodé. On en conclut que la membrane des Eugléniens est très différente de celle des cellules végétales : elle serait constituée par une substance protéïque, alors que la membrane végétale est de nature cellulosique.

Klebs a examiné comment se comporte la membrane sous l'influence des ferments ; celle de l'*Euglena viridis* est digérée par la pepsine en 24 heures, tandis que dans les *Phacus*, elle reste en apparence inaltérée fort longtemps ; entre ces deux états extrêmes, il existe tous les intermédiaires. Les bactéries de la pourriture permettent d'observer chez l'*Euglena Ehrenbergii* les phénomènes suivants : une partie de la membrane se dissout, laissant une enveloppe qui ne se colore plus par l'iode et qui se gélifie très peu dans la potasse, alors que la membrane non modifiée devient jaune par l'iode et se gélifie rapidement dans la potasse. Klebs conclut de cela que la membrane des Eugléniens contient des substances différentes : l'une appartenant au groupe proteïque, l'autre de nature chimique inconnue ; elles sont mélangées en proportion variable ; la première se colore facilement ; elle se gélifie, est élastique, et la pepsine la digère ; c'est elle qui

domine chez l'*Euglena viridis* ; la seconde, dépourvue de ces propriétés, se rencontre dans les *Phacus*.

Nous ne pensons pas que la membrane des *Euglenæ* soit sensiblement différente de celle des Algues. La cellulose est loin de présenter toujours les mêmes réactions ; on sait qu'il en existe plusieurs variétés : les unes sont solubles dans l'oxyde de cuivre ammoniacal ; les autres sont insolubles dans ce réactif ; les unes bleuissent par le chlorure de zinc iodé ; les autres restent incolores ou ne bleuissent qu'après des traitements appropriés.

Nous avons conservé pendant 24 heures dans l'acide sulfurique diverses espèces, telles que l'*Euglena deses*, l'*Euglena spirogyra*, plusieurs *Phacus* ; la membrane des cellules prenait alors, sous l'action de l'iode, une *teinte verte*, identique à celle des Diatomées renfermées dans la préparation.

En traitant les mêmes espèces par l'oxyde de cuivre ammoniacal, le cytoplasme disparaît rapidement ; il ne reste que la membrane et les grains de paramylon, qui sont encore sans changement appréciable au bout de trois ou quatre heures. Les stries de la membrane et les couches concentriques des grains de paramylon se voient facilement par ce procédé.

B) *Les enveloppes accessoires.*

La présence de ces enveloppes est en relation étroite avec l'assimilation chlorophyllienne.

Sans doute, un certain nombre de Flagellés filtrent au travers de leur membrane un mucus dont l'existence a donné lieu à pas mal d'erreurs ; le plus souvent, les stries formées par ce mucus, lorsque l'animal est fixé en pleine activité, ont été prises pour des flagellums ; ce n'est pas

à une autre cause qu'il faut attribuer les formes anormales d'*Oxyrrhis marina* dessinées par Gourret et Rœser(1); nous avons pu le constater avec certitude; nous reviendrons sur ce sujet plus tard. Pour l'instant, nous nous bornerons à dire que l'organisation de ce mucus gélatineux en véritables tuniques est fréquente chez les Eugléniens.

Ces enveloppes se produisent lorsque les individus passent à l'état de repos, se divisent, forment des colonies palmelloïdes ou des kystes ; c'est tantôt une masse de gélatine épaisse à contour indécis qui entoure la cellule, tantôt une véritable tunique à stries concentriques, ou encore un ensemble de plusieurs enveloppes distinctes superposées.

Ces formations sont le résultat d'une sécrétion dont les principaux caractères ont été fixés par Klebs dans l'*Euglena velata* et l'*Euglena sanguinea* (2). Nous avons revu et complété ces observations en nous servant de la première de ces espèces. On arrive, au moyen de la fuschine acide et de l'hématoxyline, à colorer, à l'intérieur du cytoplasme, un réseau de filaments qui viennent aboutir à la surface interne de la membrane ; là se trouvent des bâtonnets très colorables perpendiculaires à la surface ou disposés obliquement; ils sont en communication par un pore très fin avec d'autres bâtonnets extérieurs à la membrane ; ceux-ci se continuent avec un réseau à mailles irrégulières, qui finissent par se confondre en une masse homogène (T. fig. 10, C); parfois, on ne distingue que les bâtonnets internes bien délimités, qui semblent se terminer brusquement dans le cytoplasme (T. fig. 10, D) ; enfin, sur certains individus, la membrane n'offre, à sa surface, que des sillons irréguliers ou des cordons ondulés.

(1) Senn : *Loc. cit.*, p. 185-186.

(2) Klebs : *Loc. cit.*, I, p, 274 et *Uber die organisation der Gallerte bei einige Algen und Flagellaten* (Unters. Bot. Institut zu Tubingen, Bd. II, p. 405).

Klebs a déterminé dans quelles conditions l'*Euglena sanguinea* filtre autour d'elle un abondant mucus gélatineux. En faisant passer une solution de bleu de méthylène au milieu des individus en mouvement, on constate la présence autour d'eux d'une masse de mucilage, d'aspect très variable ; elle paraît homogène dans les solutions très étendues et réticulée, si l'action du bleu de méthylène est brusque; en amenant progressivement le réactif sous la lamelle, la structure devient irrégulièrement filamenteuse. Il s'agit bien d'une sécrétion au travers de la membrane, et à voir parfois la disposition en spirale des filaments muqueux, on peut supposer que cette sécrétion se fait dans les petits sillons correspondant aux stries de la membrane. On n'a pas vu, chez l'*Euglena sanguinea*, la continuité entre le mucus gélatineux extérieur et le cytoplasme ; à la surface de celui-ci, il existe toutefois de petits corpuscules sphériques qui se colorent par le vert de méthyle et jouent sans doute un rôle dans la sécrétion.

Nous avons réussi à voir dans l'*Euglena splendens*, espèce voisine de l'*Euglena sanguinea*, un réseau intérieur muqueux analogue à celui de l'*Euglena velata* ; certains fils traversaient la membrane et se reliaient à une sorte de coque provenant de la condensation du mucus ; les exemplaires avaient été fixés à l'alcool absolu et colorés pendant douze heures à l'hématoxyline et fuschine acide ; le réseau et la coque étaient colorés en noir ; il fallait briser cette coque par une pression sur la lamelle pour distinguer le contenu de la cellule.

Il se produit une sécrétion analogue chez la plupart des Eugléniens, mais il est impossible d'en suivre le mode de formation comme dans les espèces précédentes.

On ne saurait rien dire de général sur ces enveloppes, parce qu'elles varient beaucoup dans leur disposition, dans leur épaisseur, dans leur homogénéité ; fréquem-

ment, elles montrent un grand nombre de couches concentriques ; quelquefois, elles sont colorées en jaune brun par un oxyde de fer ; leur contour extérieur est indécis ou nettement délimité. L'*Euglena viridis* offre à elle seule toutes ces modifications ; la tunique qui entoure les kystes est épaisse, colorée en jaune brun et striée concentriquement ; dans les cultures, les cellules deviennent immobiles, s'arrondissent, s'entourent d'une enveloppe mince incolore ; les individus se pressent les uns contre les autres, donnant l'illusion d'un stade palmelloïde ; lorsque ces cellules reprennent leur liberté, soit après division, soit sans division, l'ensemble des enveloppes vides dessine une sorte de réseau cellulaire (*Euglena viridis*, *Euglena polymorpha*, etc.) ; si la division des cellules se continue sans retour à l'état d'activité, il se forme des colonies palmelloïdes dans lesquelles les diverses enveloppes restent distinctes ou se confondent en une masse de mucilage.

Chez le genre *Ascoglena*, la cellule est contenue dans une sorte de sac coloré en jaune, sauf à la partie antérieure restée incolore, tandis que les *Colacium* ont des pédicelles gélatineux supportant les cellules.

Les diverses enveloppes des Eugléniens, qu'elles aient l'aspect de mucus, de mucilage, de tuniques gélatineuses, ont une même origine ; elles représentent une sécrétion de la cellule : cette substance se forme dans tout le cytoplasme et filtre ensuite par les pores très fins de la membrane ; le phénomène ne peut être suivi que dans les cas assez rares (*Euglena velata*, *Euglena sanguinea*, *Euglena splendens*) où le produit de la sécrétion est très sensible aux réactifs colorants.

Il est assez difficile de savoir où placer la coque des *Trachelomonas* ; on sait qu'elle est rigide, plus ou moins épaisse, colorée en brun ou en jaune par un oxyde de fer ; elle se brise facilement ; sa surface est lisse ou munie de

stries, d'épines ou de protubérances ; on y distingue parfois des sillons espacés ; à l'avant se trouve une ouverture annulaire ou un col cylindrique pour le passage du *flagellum*. Klebs range cette tunique parmi les enveloppes qui doivent leur origine à une sécrétion ; cette assimilation souffre quelque difficulté ; on s'explique mal comment cette tunique sécrétée peut posséder des protubérances, des épines, et surtout une striation en spirale. Il serait peut-être plus exact de considérer la coque des *Trachelomonas* comme une membrane ; lorsque la coque apparaît sur les individus libres, c'est sous la forme d'une enveloppe mince, incolore, qui se détache de la surface du corps ; il ne semble pas qu'il y ait, à ce moment, à la surface de la cellule, une autre enveloppe représentant la véritable membrane à travers laquelle se serait effectuée la sécrétion de la coque ; d'un autre côté, nous avons cru voir que les petites protubérances qui garnissent parfois la tunique du *Trachelomonas lagenella* étaient disposées en spirale, comme dans l'*Euglena spirogyra* ; il nous semble donc assez probable que la coque des *Trachelomonas* n'est autre chose qu'une membrane épaissie.

2° *Le cytoplasme.*

On ne saurait rien dire de général sur le cytoplasme des Eugléniens ; la quantité de cette substance qui se trouve dans la cellule et la disposition qu'elle affecte varient continuellement avec le fonctionnement vital ; ainsi, certaines cellules, gorgées de paramylon, ne renferment plus qu'une faible quantité de cytoplasme constituant des enveloppes minces autour des grains ; d'autres, presque entièrement dépourvues de paramylon, ont un cytoplasme abondant, homogène, strié ou tacheté de parties plus chromatiques.

Sur le vivant, on ne distingue qu'une substance inco-

lore, hyaline, homogène ou granuleuse, remplissant la cellule. Après fixation et coloration, on constate que le cytoplasme est peu chromatique ; en limitant l'action des réactifs, on arrive à colorer le noyau en laissant le cytoplasme incolore, particulièrement chez les Euglènes ; les *Phacus*, les *Trachelomonas*, les *Astasia* ont une plus grande sensibilité ; chez le *Phacus pleuronectes* et le *Phacus alata*, le contenu de la cellule se colore parfois fortement d'une manière uniforme, de sorte que le corps, malgré sa faible épaisseur, cesse d'être transparent. En prolongeant pendant une douzaine d'heures l'action de l'hématoxyline et de la fuschine acide, on arrive, même dans les cas les plus difficiles, à obtenir des colorations suffisantes ; le cytoplasme se présente alors le plus souvent avec la *structure réticulée-alvéolaire*.

Il existe deux dispositions principales qui sont, d'ailleurs, reliées entre elles par de nombreux intermédiaires. La première se rencontre chez beaucoup d'Euglènes ; elle est surtout très marquée dans l'*Euglena polymorpha* ; on distingue *une couche corticale* qui limite une *grande cavité interne renfermant le noyau* ; la couche corticale débute, au contact de la membrane, par une assise de petites alvéoles dont les parois sont perpendiculaires à la surface ; elle se continue par du cytoplasme également alvéolaire, qui renferme à son intérieur les chloroleucites ; dans la grande cavité interne, les mailles du cytoplasme deviennent plus grandes, de sorte que la séparation entre les deux couches est très nette. La seconde disposition se rencontre chez les *Astasia*, les *Menoidium*, etc. ; chez l'*Astasia margaritifera*, par exemple, il n'existe aucune différenciation en couche corticale et couche interne ; les mailles du réseau, de grandeur variable, sont disposées d'une façon quelconque.

La distinction que nous venons d'établir ne tient pas exclusivement à la position qu'occupent les chromato-

phores sous la membrane ; car chez les *Euglena deses*, *Euglena spirogyra*, nous n'avons rien vu de pareil, bien que les chloroleucites soient pariétaux ; le cytoplasme, dans ces cellules, est sensiblement homogène. Chez les *Trachelomonas* même, où la structure réticulée alvéolaire est assez fréquemment bien caractérisée, la couche corticale se relie insensiblement à la partie centrale de la cellule ; au contraire, la couche corticale se voit facilement dans l'*Euglena sanguinea*, l'*Euglena velata*, l'*Euglena flava*, etc.

Le cytoplasme renferme parfois dans sa masse un réseau plus ou moins net et des bâtonnets chromatophiles disposés sous la membrane ; nous avons vu que cette structure est en rapport avec la sécrétion de la substance gélatineuse qui forme les enveloppes accessoires.

Les grains de paramylon qui remplissent fréquemment le corps des Euglènes sont probablement aussi le produit d'une sécrétion analogue du cytoplasme et aussi des chloroleucites.

Chez l'*Euglena sanguinea*, le cytoplasme produit en abondance un pigment rouge qui finit par envahir la cellule tout entière ; il est sous forme de petites gouttelettes qui apparaissent d'abord au centre de la cellule ; leur nombre augmente et la coloration rouge s'étend jusque sous la membrane ; on a ainsi, parmi les individus d'une même culture, des cellules restées vertes et d'autres complètement rouges ; on ignore les conditions exactes qui provoquent la production de ce pigment. L'*Euglena sanguinea* était jusqu'ici la seule espèce connue présentant cette curieuse propriété ; nous avons rencontré chez une nouvelle espèce, l'*Euglena flava*, une formation d'hématochrome, mais les globules rouges sont moins abondants que chez l'*Euglena sanguinea*.

Le cytoplasme des Eugléniens est pauvre en substances oléagineuses ; à peine en trouve-t-on de temps en temps

quelques traces au moyen de l'acide osmique dans les individus au stade d'activité ; les kystes ou les celulles au stade de repos en renferment plus fréquemment. Chez les espèces incolores, à nutrition animale, on trouve parfois une formation abondante de globules oléagineux.

Klebs a rencontré dans l'*Euglena Ehrenbergii*, en grande quantité, de petits corpuscules discoïdes, réfringents, qui restent inaltérés dans l'acide acétique et la potasse ; ils deviennent réfringents dans l'acide sulfurique : l'iode ne les colore pas sensiblement ; leur nature et leur fonction sont inconnues.

Le cytoplasme de l'*Euglena sanguinea* est quelquefois parsemé de petits cristaux dont on ignore également la constitution (1).

3° *Le système des vacuoles pulsatiles.*

Il existe à la partie antérieure des Eugléniens une grande cavité, considérée par Ehrenberg comme un ganglion nerveux. Carter a reconnu qu'à côté se trouve une vacuole contractile qui déverse son contenu dans la cavité en question, observation confirmée un peu plus tard par Claparède et Lachmann. Stein, dans l'*Euglena oxyuris* distingue la vacuole principale sous le nom de « leibesohle » et la vacuole contractile sous le nomde « nebenbehalter » ; il admet une communication directe de la première avec l'extérieur par l'intermédiaire d'un canal qu'il regarde comme un œsophage, « schlund » ; cet œsophage se termine par une ouverture conique qui serait l'équivalent d'une « bouche », « mund » (2). Klebs montre que la vacuole contractile est formée par la réunion de vacuoles plus petites : il la désigne sous le nom de vacuole

(1) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 274.
(2) Stein : *Loc. cit.*, p. 144, T. XX, fig. 4-6.

annexe, « neben vakuole » ; la plupart des espèces n'en possèdent qu'une ; les autres, comme l'*Euglena deses*, en ont plusieurs qui déversent séparément leur contenu dans la grande vacuole ou « vacuole principale ». Tandis que Stein admet une communication directe avec l'extérieur par l'intermédiaire du canal œsophagien, Klebs pense qu'il n'existe aucune ouverture de ce genre ; selon lui, on ne saurait donner le nom de bouche à l'échancrure antérieure ; celle-ci qui a la forme d'un entonnoir et dont les bords sont disposés comme des lèvres, n'atteint pas la vacuole principale; son extrémité postérieure se termine dans le cytoplasme; c'est là au fond de cet entonnoir, « membrantrichter », que se trouve l'insertion du flagellum placée par Stein sur le bord même de l'échancrure (1).

Nous avons essayé d'élucider ce point controversé et nous avons reconnu qu'en effet le flagellum prend naissance au fond d'une sorte d'entonnoir, que nous désignerons sous le nom de *vestibule;* il est plus ou moins profond ; le vestibule se continue par un canal qui, contrairement à l'opinion de Klebs, débouche directement dans la vacuole principale ; cela se voit nettement chez l'*Euglena granulata*, l'*Euglena deses*, l'*Euglena sanguinea*, etc. On arrive, sur certains exemplaires, à colorer les parois du vestibule, du canal et de la vacuole principale tout comme la membrane ; le double contour est même visible pour le vestibule et le canal ; on doit seulement remarquer que, selon les conditions de l'observation, le vestibule se continue sans transition avec le canal, ce qui est le cas le plus fréquent, ou bien, au contraire, montre une séparation très nette.

Nous avons vu de plus, chez l'*Euglena deses* et l'*Euglena granulata*, soit sur les individus vivants, soit après fixation, un petit conduit qui s'aperçoit à travers la vacuole

(1) Klebs : *Loc. cit.*, I. p. 246-247.

principale; nous ignorons absolument sa signification ; il semble partir du point de jonction du canal efférent de la vacuole principale.

En résumé, il existe à la partie antérieure des Eugléniens un *vestibule* plus ou moins profond en entonnoir, au fond duquel est inséré le flagellum : dans ce vestibule débouche le canal efférent de *la vacuole principale*; les parois du vestibule et du canal sont à double contour et se colorent comme la membrane.

Klebs admet que la vacuole principale ne contient pas de l'eau pure, parce que les solutions osmotiques et l'alcool n'amènent pas sa disparition; elle persiste même après la mort ; cependant son contenu ne se colore pas et rien ne révèle l'existence à son intérieur d'une substance quelconque. Il semble, au contraire, que la vacuole principale étant en communication avec le dehors, son contenu doit être peu différent du milieu extérieur ; si la cavité ne disparait jamais complètement, c'est que sa paroi a une constitution voisine de celle de la membrane ; elle est parfois sensible aux réactifs colorants, comme la membrane, surtout dans sa partie antérieure : son contenu est simplement de l'eau fournie par la vacuole annexe; cette eau ne contient que quelques substances solubles abandonnées par le cytoplasme, en petite quantité certainement.

La durée d'une pulsation complète est de trente secondes environ ; on voit d'abord apparaître au voisinage de la vacuole principale et ordinairement à sa partie antérieure quelques petites vacuoles qui se fusionnent pour former la vacuole annexe ; celle-ci s'arrondit, grossit, arrive au contact de la vacuole principale ; la membrane de séparation se rompt; après la fusion, la vacuole principale reprend peu à peu son contour normal et sa dimension primitive ; l'eau provenant de la vacuole annexe est évacuée lentement au dehors par le canal efférent.

Klebs a cherché à prouver par diverses expériences l'autonomie du système des vacuoles pulsatiles.

En effectuant des pressions sur l'*Euglena deses*, on produit l'immobilité de la membrane et du cytoplasme : le point oculiforme et les chloroleucites présentent un commencement de désorganisation; cependant les vacuoles continuent à effectuer leurs pulsations ; alors même que, par une pression plus forte, la cellule est désorganisée à tel point qu'elle ne pourra plus revenir à la vie, les vacuoles peuvent encore se montrer quelque temps, si l'on supprime la pression.

L'action de la chaleur agit dans le même sens; comme toutes les fonctions vitales, les pulsations sont fonction de la température; pour l'*Euglena deses*, le *maximum* est vers 52°; la pulsation se fait alors en 22 secondes ; au-dessus et au-dessous de cette température, sa durée augmente. A 42°, elle exige 30 secondes comme à 18° ; la métabolie et les mouvements internes du cytoplasme ont cessé; à 48°, la désorganisation du cytoplasme et des chloroleucites se manifeste nettement. Le refroidissement sera impuissant pour ramener à la vie les divers éléments de la cellule, à l'exception toutefois du système des vacuoles, qui montre encore de faibles pulsations.

On obtient des effets analogues en employant le nitrate de strychnine à 0,1 0/0.

Ces observations conduisent Klebs à considérer le système en question comme un organe distinct du cytoplasme; il est le plus résistant de la cellule, puisqu'il continue à fonctionner après la mort de celle-ci ; son autonomie résulterait également du fait qu'il se multiplie d'un individu à l'autre par division et non par nouvelle formation.

L'opinion actuelle des zoologistes et des botanistes au sujet de la nature des vacuoles contractiles et autres ne semble pas encore bien fixée. On sait que de Vries, Went, etc., en font de véritables leucites ou plastides ; d'au-

tres auteurs combattent cette manière de voir ; Wilson se contente de dire qu'il est probable que cette interprétation est seulement applicable à certaines formes de vacuoles (1).

Il semblerait, après l'étude si consciencieuse de Klebs, que le doute n'est pas permis en ce qui concerne les Eugléniens ; nous allons cependant exposer les objections qui nous empêchent d'adopter complètement ce point de vue. Nous ne faisons nulle difficulté pour accorder une certaine autonomie à la vacuole principale et admettre qu'elle se multiplie d'un individu à l'autre par division, bien qu'il ne soit pas facile de le démontrer pour tous les cas ; mais on ne saurait étendre cette conclusion à la vacuole annexe. En effet, celle-ci naît de la fusion de plusieurs petites vacuoles, qui lui transmettent leurs propres membranes pour former la sienne ; de même, lorsque la vacuole annexe s'unit à la vacuole principale, sa membrane fait désormais partie de celle-ci. Il résulte de là que les vacuoles annexes, de même que les plus petites qui leur donnent naissance, sont à chaque pulsation formées à nouveau au milieu du cytoplasme, et que, seule, la vacuole principale jouit d'une réelle autonomie ; les autres sont de simples cavités qui se creusent dans le cytoplasme ; la surface qui les limite ne peut être une membrane au sens propre du mot, puisqu'à chaque pulsation cette surface vient se confondre et se perdre dans la vacuole principale.

4° *Le point oculiforme.*

Ehrenberg avait décrit chez la plupart de ses Astasiées un point rouge qu'il considérait comme un organe de la vision : cet organe a été rencontré chez un grand nombre

(1) Wilson : *The Celle in Development and Inheritance*, 2e édition, 1900, p. 53.

de formes, en particulier chez beaucoup de zoospores d'algues. Alors que la plupart des conceptions théoriques de ce savant sur le rôle des divers organes rencontrés chez les Infusoires ont dû être abandonnées, celle-ci a résisté jusqu'à ce jour. On trouvera dans le mémoire de Klebs les raisons d'ordre morphologique et physiologique qui peuvent être données à l'appui de cette manière de voir (1) ; nous éviterons de prendre parti dans la question.

Le point rouge ou stigma est placé au contact de la vacuole principale ; ses dimensions sont très variables dans l'ensemble du groupe ; mais elles sont assez constantes pour une même espèce ; il a la forme d'un disque mince qui peut se creuser en verre de montre ou se replier plus ou moins sur lui-même. Il est constitué par une trame protoplasmique, renfermant un grand nombre de petits granules rouges qui sont serrés les uns contre les autres en une seule assise, du moins assez souvent. La trame possède les propriétés ordinaires du cytoplasme : elle se gélifie avec l'ammoniaque, la potasse, mettant en liberté les granules ; la pression produit le même effet : une solution de strychnine à 0,1 0/0 rend tout d'abord le point oculiforme plus net, puis amène sa fragmentation chez plusieurs espèces.

Le pigment est soluble dans l'alcool, l'éther ; il est insoluble dans l'ammoniaque, la potasse, l'acide acétique ; l'acide sulfurique le colore en bleu sombre et l'acide chlorhydrique en bleu ciel. C'est Cohn qui a le premier remarqué que le stigma de l'*Euglena viridis* se colorait en bleu par l'iode, comme la substance rouge de l'*Euglena sanguinea ;* cette même réaction est donnée par la plupart des kystes colorés en rouge et par le *Chlamydococcus pluvialis*. Cohn désigne cette substance sous le nom d'hématochrome, et il pense que sa production est en relation

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 262-264.

étroite avec la chlorophylle : dans les kystes, chez les *Chlamydococcus pluvialis* ; dans l'*Euglena sanguinea*, elle se forme lorsque la chlorophylle disparaît, et elle s'en va lorsque la chlorophylle se montre à nouveau.

Le point oculiforme des Euglènes se comporte comme un leucite ; il se divise au moment de la bipartition de la cellule, ainsi que Klebs l'a constaté.

CHAPITRE II

LE MOUVEMENT.

Les Eugléniens se déplacent de deux façons différentes: 1° au moyen d'un long cil ou flagellum : c'est le mouvement ciliaire; 2° par contraction du corps : c'est le mouvement désigné jusqu'ici sous le nom de métabolie (Perty); enfin on observe parfois des mouvements internes dans le cytoplasme.

La durée du mouvement, dans la vie de l'être, présente des différences *qui sont en rapport avec la nutrition* ; les espèces incolores, comme les *Astasia*, les *Entosiphon*, etc., restent mobiles pendant la plus grande partie de leur existence, et cela se conçoit facilement, surtout en ce qui concerne les genres à nutrition animale. En effet, pour vivre, la cellule doit sans cesse être à la recherche des aliments ; l'immobilité pour elle, c'est la famine et la mort, à moins d'un enkystement temporaire ou de conditions spéciales. Il en est tout autrement des espèces colorées en vert par la chlorophylle ; la nutrition holophytique s'accorde très bien avec l'absence de mouvement : aussi n'est-il pas exact de dire, comme on le fait souvent, que l'activité locomotrice est l'état normal des Eugléniens. Selon Klebs, c'est seulement pendant les courts moments de la bipartition que les individus sont au stade de repos : « Nur wahrend des kurzen Moments der Theilung gehen sie in einen Zustand des Ruhe über (1). » En réalité, les Euglé-

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 238.

niens peuvent végéter très longtemps sans passer par l'état de zoospores : nous avons eu pendant plusieurs mois, en chambre humide, des espèces comme l'*Euglena deses*, l'*Euglena velata*, le *Phacus pyrum* et le *Phacus pleuronectes*, qui, tout en conservant leur vitalité, avaient leurs cellules immobiles ; beaucoup de nos cultures d'*Euglena viridis* et de ses variétés étaient vigoureuses, en pleine multiplication pendant des semaines, sans offrir aucune trace d'individu en mouvement ; c'est dans ces conditions que se forment des colonies palmelloïdes de quatre, huit, seize, trente-deux cellules, ou même davantage, entourées d'enveloppes gélatineuses.

La nutrition holophytique a donc eu comme effet chez les Eugléniens, aussi bien que chez les algues inférieures, d'introduire dans la vie de l'être la possibilité d'une existence toute sédentaire.

1° *Mouvement ciliaire.*

Ce mouvement permet au corps les déplacements rapides : il se fait par l'intermédiaire des flagellums.

La plupart des Eugléniens ne possèdent qu'un seul *flagellum* ; l'*Eutreptia viridis* en a deux. Dans les *Astasiæ* et les *Peranemæ* on trouve plusieurs genres qui ont deux flagellums, l'un dirigé en avant, l'autre traîné à l'arrière ; nous nous occuperons plus spécialement des *Euglenæ*.

La longueur du flagellum varie beaucoup avec les espèces, ainsi qu'on l'a vu dans la première partie de ce mémoire ; le diamètre du filament est à peu près le même en tous ses points ; il n'existe pas de diminution sensible à l'extrémité ; la structure est sensiblement homogène. Toutefois, il faut faire une exception pour les *Trachelomonas*, dont le flagellum montre quelquefois un axe chromatophile entouré d'une gaine incolore.

A. Fischer figure le flagellum des *Euglena* avec de fines

ramifications (1) : il le désigne sous le nom de « flimmer Geissel » ; il s'agit sans doute d'une modification produite par certains réactifs, car nous n'avons jamais aperçu rien de semblable dans nos préparations ou sur le vivant.

Il était intéressant d'étudier le mode d'insertion de cet organe ; nous avons montré, en effet, que dans le *Polytoma uvella*, le système locomoteur comprend les *flagellums*, un nodule d'insertion qui est le *blépharoplaste*, un filet chromatique ou *rhizoplaste* qui se termine sur le noyau par un petit renflement, le *condyle* (2).

Chez les Eugléniens, le mode d'insertion du flagellum est moins compliqué, en apparence du moins. Au fond du vestibule, à l'endroit où le flagellum s'unit au cytoplasme, on rencontre bien parfois une petite plage plus chromatique, une sorte de blépharoplaste ; il n'existe pas cependant de corpuscule différencié (*Euglena*, *Phacus*), mais simplement une tache chromatophile plus ou moins large et à contour indécis. Chez les *Trachelomonas*, nous avons obtenu de meilleurs résultats ; en effet, ici on voit très nettement, dans certains individus, un gros cordon chromatophile, qui commence au point d'insertion du flagellum et se termine en queue de cheval au-dessus du noyau, dans le cytoplasme ; ce rhizoplaste est homogène dans toute sa longueur (*T. lagenella*). Enfin, chez l'*Astasia margaritifera*, nous trouvons une autre disposition ; le cytoplasme renferme un corpuscule nettement différencié : c'est un nodule homogène, légèrement chromatophile, qui est séparé du protoplasme par une petite zone incolore ; il est placé soit au voisinage immédiat du noyau, soit à l'endroit même d'insertion du flagellum ; au moment où la cellule se divise, il occupe cette dernière position et se

(1) Fischer : *Uber die Geisseln einiger Flagellaten* (Pringsheim Jahrb., Bd. XXVI, 1894).

(2) P.-A. Dangeard : *Etude sur la structure de la cellule et ses fonctions. Le Polytoma uvella* (Le Botaniste, 8e série, p. 36).

sépare en deux. Etant donné que ce nodule n'a aucune relation avec la division nucléaire, il est naturel de supposer qu'il joue un rôle dans la formation du nouveau flagellum : c'est pour cette raison que nous le considérons comme un blépharoplaste.

Nous avons discuté ailleurs l'assimilation faite par beaucoup d'auteurs entre les blépharoplastes et les centrosomes (1) ; la question ne se pose pas en ce qui concerne les Eugléniens, puisque, dans ce groupe, la division nucléaire s'opère suivant un schéma unique, sans intervention de centrosome. Si nous trouvons dans le cytoplasme des corpuscules différenciés, ce sont des leucites ou des blépharoplastes ; le nodule chromatique de l'*Astasia margaritifera* ne possède pas les caractères d'un leucite : c'est pourquoi nous le rangeons dans la seconde catégorie.

Selon Klebs, la substance du flagellum diffère du cytoplasme ; elle ressemble beaucoup par contre à la masse nucléaire et à celle des chloroleucites ; elle se gélifie facilement en effet dans l'eau, l'ammoniaque, etc. ; les déshydratants lui font perdre à un haut degré cette propriété ; elle reste alors inaltérée par l'acide acétique concentré et se gélifie faiblement dans la potasse. Nous avons constaté, de notre côté, que les individus fixés à l'alcool absolu conservent leurs flagellums ; ce dernier reste visible dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, alors que cytoplasme et les chloroleucites ont déjà disparu (*Trachelomonas*, *Phacus*) ; le filament, dans ces conditions, ne présente aucune différenciation ; son diamètre n'augmente même pas sensiblement.

Le flagellum reste incolore avec l'éosine, les préparations au carmin, le vert de méthyle ; le bleu d'aniline lui donne après 24 heures une teinte bleue ; l'hématoxyline agit davantage.

Le flagellum est abandonné facilement dans le milieu

(1) P.-A. Dangeard : *Etude de la cellule, loc. cit.*

extérieur ; il suffit pour amener ce résultat chez beaucoup d'espèces d'Euglènes d'une simple pression de la lamelle : rapidement le filament se recourbe, se vacuolise et disparaît. Klebs a vu le flagellum des *Trachélomonas* séparé du corps, effectuer quelques mouvements, ce qui semble montrer que cet organe possède une certaine indépendance.

On peut provoquer la chute du flagellum soit par la pression, soit par des modifications chimiques du milieu, soit par privation d'oxygène ; l'organe se reforme à nouveau, lorsque les conditions sont redevenues favorables.

Normalement, chez les espèces qui se divisent en dehors de la période d'activité, il y a une nouvelle formation de flagellums à chaque bipartition, lorsque les cellules filles sont mises en liberté ; on ignore si l'ancien flagellum se détache simplement ou rentre dans le cytoplasme, quand la cellule mère se prépare à la division. Le même phénomène se produit lorsque les Euglènes passent à l'état de repos sans se multiplier ; le flagellum disparaît pour se former à nouveau lorsque la cellule reprend sa vie active.

Pendant le mouvement, le corps progresse en tournant sur lui-même ; il décrit à l'avant une circonférence d'ouverture variable ; le sens de la rotation n'est pas constant, et Klebs a observé à cet égard dans le *Trachelomonas volvocina* un changement périodique qui se produit peut-être aussi chez les autres espèces : en général, ce mode de locomotion présente des caractères propres à chaque espèce ; ainsi l'*Euglena pisciformis* a un mouvement vif et rapide, alors que l'*Euglena deses* avance lentement.

La température n'a qu'une influence très limitée sur le mouvement qui reste le même à 1° centigrade et à 25°; il cesse vers 45° et reprend si l'on abaisse la température ;

mais il est plus lent ; beaucoup de cellules ont perdu leur flagellum.

La lumière n'influe que sur la direction du mouvement ; elle ne le fait pas disparaître ; si on transporte des Euglènes au repos dans de l'eau ordinaire, les individus reprennent leur mobilité (1).

2° *Mouvement par contraction du corps.*

La plupart des Eugléniens peuvent se déplacer sans l'aide de leurs flagellums ; ce mode de locomotion a été vu par les plus anciens auteurs, en particulier par Muller (2) ; Cohn s'est appuyé sur ce caractère pour soutenir la nature animale des Euglènes, et Stein insiste à diverses reprises dans le même sens.

Perty désigne ce mouvement sous le nom de *métabolie* ; cette expression a été conservée par Klebs, Zumstein, etc. Nous avons cru devoir l'employer dans nos descriptions. On doit maintenant se demander s'il n'y aurait pas lieu de la remplacer par une autre.

En effet, on a pris l'habitude, depuis quelques années, de désigner sous le nom de *métabolisme*, l'ensemble des changements moléculaires et des transformations qui s'effectuent continuellement dans le protoplasme sous l'influence de la vie ; on parle couramment d'*anabolisme* et de *catabolisme*. Il serait impossible, le voudrait-on, de supprimer actuellement l'expression de *métabolisme* du langage scientifique ; or il peut s'établir une confusion avec le terme de *métabolie*, d'autant plus que le qualificatif est le même dans les deux cas.

Pour cette raison, nous proposons de remplacer le terme de *métabolie* par celui de *spasmodie* (de σπασμώδης,

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 257.
(2) Muller : *Loc. cit.*, p. 126.

convulsif) ; c'est bien, en effet, une sorte de mouvement spasmodique qui supplée chez les Eugléniens le mouvement ciliaire ; le corps s'aplatit, se contracte, s'allonge, se rétrécit, se renfle et s'étire ; son contour se modifie à chaque instant, lentement ou brusquement. Nous en avons vu un bel exemple chez l'*Astasia margaritifera* ; l'*Euglena viridis* et les espèces voisines sont spasmodiques à un haut degré ; d'autres le sont moins, comme l'*Euglena spirogyra ;* la *spasmodie* disparait chez les *Phacus,* où le corps est rigide.

Ce qui pourrait encore plaider en faveur du changement que nous proposons, ce sont les circonstances dans lesquelles ce mouvement se produit ; on l'observe, en effet, lorsque les conditions de la culture deviennent défavorables ; il est provoqué par la présence de substances nocives, par la pression, par une insuffisance d'eau, etc. ; il se montre, en général, après la disparition du flagellum.

On ignore encore quel rôle exact joue la membrane dans ces changements de forme successifs ; il est certain qu'elle pourrait, tout aussi bien que le flagellum, posséder une contractilité propre. Dans ce cas, on pourrait dire que le flagellum est l'organe du mouvement ciliaire, tandis que la membrane est celui du mouvement spasmodique.

3° *Mouvements internes.*

Nous dirons très peu de chose des mouvements internes du cytoplasme, parce que nous les connaissons mal. Klebs n'a réussi à les observer que chez les espèces spasmodiques, comme l'*Euglena deses*, l'*Euglena Ehrenbergii*, etc. (1) ; lorsque la spasmodie diminue d'activité, on voit des courants s'établir dans la cellule ; les grains de paramylon,

(1) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 259.

les chloroleucites se déplacent en même temps que le cytoplasme ; les mouvements se produisent dans toute l'épaisseur de la cellule. Les courants intérieurs sont moins affectés que la spasmodie, par les conditions défavorables, pression ou haute température ; chez l'*Euglena deses*, les mouvements spasmodiques cessent vers 40°, tandis que les mouvements internes du cytoplasme existent encore vers 45°.

En somme, ces mouvements internes doivent être assez rares et très limités ; en effet, la distribution des divers organes de la cellule, noyau, chloroleucites, etc., est sensiblement la même chez tous les individus d'une même espèce.

CHAPITRE III

LA NUTRITION DES EUGLÉNIENS

Le mode de nutrition sert à caractériser les trois familles composant le groupe des *Eugleninæ* ; les *Peremacex* ont une nutrition animale ; les *Astasiæ* possèdent la nutrition saprophytique, et les *Euglenæ*, qui ont conservé ce dernier mode, possèdent en plus la nutrition holophytique.

La nutrition animale s'effectue par l'intermédiaire d'un appareil qui n'est pas encore suffisamment connu dans tous ses détails ; celui de l'*Entosiphon sulcatum* semble être l'un des plus perfectionnés. Nous avons vu qu'il existe un tube contractile conique qui s'étend d'une extrémité du corps à l'autre ; il se porte au contact de la surface, puis se retire brusquement à une certaine profondeur ; ces mouvements se succèdent parfois assez rapidement ; la section de cet organe est annulaire ; ce n'est donc pas un bâtonnet aplati ainsi que l'admet Klebs. Nous nous trouvons là en présence d'une sérieuse difficulté : Senn, qui décrit cet appareil comme un tube, pense qu'il se termine à quelque distance de la partie postérieure du corps (1) ; dans ces conditions, rien n'empêche de croire que les aliments descendent au fond du tube et sont abandonnés de là dans le cytoplasme. Il est cependant bien certain que sur tous les échantillons examinés après fixation, le tube est au

(1) Senn : *Loc. cit.*, p. 178.

contact direct de la membrane ; il adhère à cette surface, et, dès lors, nous ignorons comment les aliments pénètrent dans le cytoplasme. Ayant réussi à faire ingérer des particules de carmin à plusieurs individus, nous avons consacré de longues heures à essayer de suivre l'ingestion de ces granules ; il faut croire qu'elle est extrêmement rapide, car nous n'avons rien aperçu de concluant. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que les granules en question s'amassent au fond de la cellule. Quelques-uns remontent jusqu'au niveau du noyau ; d'autres se groupent dans des vacuoles digestives en une petite pelote. Il est possible que le tube puisse se contracter à sa partie inférieure comme il le fait dans sa partie antérieure ; de la sorte, on s'expliquerait l'abandon des particules nutritives à cet endroit ; mais ce n'est là qu'une hypothèse. Ajoutons que, lors de la division, ce tube se divise en deux, par étranglement. Les *Peranema*, les *Urceolus* et probablement aussi les *Dinema* et les *Heteronema* possèdent un appareil analogue mais construit différemment ; il serait constitué de deux bâtonnets parallèles réunis à l'avant par une pièce en forme de fer à cheval ; cette interprétation exige confirmation.

La nutrition animale entraîne l'existence dans le cytoplasme de résidus digestifs, sans qu'on sache de quelle façon exacte ils sont rejetés au dehors.

Le produit de cette digestion consiste en globules oléagineux et en corpuscules de paramylon, diversement distribués selon les espèces et les genres.

La nutrition saprophytique ou hétérotrophe n'offre rien de bien particulier : on trouvera cependant dans le mémoire de Khawkine quelques détails intéressants sur le mode de vie de l'*Astasia ocellata* : « Il se peut, dit l'auteur, que l'Astasie vive exclusivement d'hydrates de carbone (du groupe amylacé) ; du moins, cette supposition de ma part est fondée sur ce que je n'ai pu réussir à élever l'As-

tasie dans des extraits de viande à divers degrés de concentration ou dans des bouillons d'albumine, d'œuf, de gélatine, etc. Il est vrai que je n'ai peut-être pas fait un assez grand nombre d'expériences (1). » Par contre, la colle d'amidon et les hydrates de carbone qui en dérivent, joints à une certaine quantité d'aliments minéraux, présentent une nourriture complètement suffisante pour élever l'*Astasia ocellata*. L'auteur a encore remarqué l'action utile de l'acide carbonique dans les cultures ; il montre également, par ses expériences sur l'apparition et la formation des grains de paramylon, que cette substance représente une réserve, un approvisionnement. Nous ne sommes pas tout à fait d'accord avec l'auteur sur le mode de disparition des grains : selon lui, ils disparaissent en commençant par le bout antérieur, c'est-à-dire dans le voisinage du filament flagelliforme, où a lieu la dépense de force et de matière la plus intense (2). Dans l'*Astasia margaritifera*, au contraire, c'est à la partie antérieure que les grains de paramylon persistent le plus longtemps (T. fig. 46).

La nutrition hétérotrophe est le seul mode de nutrition des *Astasiæ*.

Chez les *Euglenæ*, on trouve la nutrition hétérotrophe, la nutrition autotrophe et la nutrition mixotrophe.

Zumstein a étudié l'influence de ces divers modes sur le développement de l'*Euglena gracilis* (3).

La nutrition hétérotrophe est très développée chez les Euglènes ; elle suffit seule à assurer une végétation active des cellules. On supprime l'assimilation chlorophyllienne en plaçant les cultures à l'obscurité ; si ces cultures renferment des substances organiques appropriées, les divisions s'effectuent normalement. Le séjour à l'obscu-

(1) Khawkine : *Loc. cit.*, p. 27.
(2) Khawkine : *Loc. cit.*, p. 39.
(3) Zumstein : *Loc. cit.*, p. 179.

rité fait disparaître la chlorophylle, et l'Euglène se nourrit alors exactement comme un *Astasia*.

La nutrition autotrophe, au sens de Pfeffer, comprend l'assimilation chlorophyllienne avec absorption de sels inorganiques. Les cultures faites avec la solution de Knopp, à divers degrés de concentration, sont maintenues à la lumière ; la végétation est lente et les cultures comparées à celles qui renferment des substances organiques ont un aspect maladif.

La nutrition mixotrophe se compose de la nutrition saprophytique et de l'assimilation chlorophyllienne ; elle est la plus favorable au développement ; les divisions sont rapides ; toute la cellule est colorée en vert par les chloroleucites ; c'est là le mode de vie ordinaire normal des *Euglenæ*.

Nous allons étudier maintenant les organes de l'assimilation chlorophyllienne, c'est-à-dire les chloroleucites ; puis nous verrons le paramylon, substance de réserve provenant de la nutrition au même titre que l'amidon des Chlorophytes.

1° *Les chloroleucites.*

Les chloroleucites n'existent que chez les *Euglenæ* ; les deux autres groupes, *Astasiæ* et *Peranemæ* en sont dépourvus.

Chez les *Euglenæ*, la chlorophylle ne se rencontre pas chez toutes les espèces ; quelques-unes sont normalement incolores, d'autres peuvent le devenir au cours du développement. On est ainsi conduit à distinguer les espèces qui ne possèdent jamais de chlorophylle et celles dans lesquelles la disparition de la chlorophylle n'est que transitoire.

Parmi les premières, il faut placer en première ligne le *Trachelomonas reticulata* ; le cytoplasme est incolore ; non seulement les chloroleucites manquent, mais, à en

juger par l'examen histologique le plus consciencieux, il n'y a pas trace de leucites quelconques. Malgré l'absence de chlorophylle, on n'hésite pas à placer cette espèce parmi les *Euglenæ*, parce que la présence d'une coque identique à celle des *Trachelomonas* ne laisse aucun doute sur l'attribution générique.

Ainsi, un même genre renferme à la fois des espèces incolores et des espèces possédant des chloroleucites ; il est donc naturel qu'il puisse exister des Euglènes incolores, mais il sera impossible de les distinguer des *Astasia*. Ehrenberg a décrit un *Euglena hyalina* que Klebs considère comme une simple variété de l'*Euglena viridis* ; on pourrait avec autant de raison en faire un *Astasia*. En ce qui concerne les diverses variétés incolores rencontrées par Klebs, la même difficulté se présente ; il peut se faire que, pour plusieurs de ces dernières, l'absence de chlorophylle ne soit que transitoire ; si elle est permanente, le mieux sans doute sera de les placer dans les *Astasia*. Klebs a donné lui-même l'exemple en changeant de place son *Euglena curvata* qui est devenu ainsi l'*Astasia curvata* (1). Si l'on n'admettait pas cette manière de voir, il faudrait constituer parmi les Euglènes une section à part destinée à renfermer les espèces chez lesquelles les chloroleucites manquent d'une façon permanente ; cette façon de procéder serait plus scientifique que la première, l'exemple du *Trachelomonas reticulata* le montre; mais elle a peu de chances d'être adoptée, car elle compliquerait encore la classification.

Parmi les espèces chez lesquelles la disparition des chloroleucites n'est que transitoire, il faut citer en première ligne l'*Euglena gracilis*. Zumstein, dans ses cultures, a obtenu à volonté des individus incolores (2) ; l'auteur

(1) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 358.
(2) Zumstein : *Loc cit.*, p. 184.

semble croire que le chloroleucite s'est simplement transformé en leucoplaste ; il n'en a pas fourni la démonstration. Nos observations semblent prouver qu'au contraire, il y a bien disparition des chloroleucites chez les individus incolores. Toutes les espèces ne se prêtent pas également à cette étude ; nous citerons, parmi les plus favorables, l'*Euglena polymorpha* sp. nov. et l'*Euglena viridis* v^{té} *violacea* ; la transformation se fait même dans les cultures ordinaires exposées à la lumière ; on peut hâter le phénomène en plaçant ces cultures à l'obscurité. Le nombre des chloroleucites se réduit ; dans la variété *violacea*, c'est la partie d'avant qui devient incolore tout d'abord ; à l'arrière on voit encore quatre ou cinq taches vertes qui finissent par disparaître complètement. Il est presque impossible d'affirmer que les chloroleucites disparaissent complètement sans laisser de substratum pour un développement nouveau ; tout ce qu'on peut dire, c'est que les réactifs ordinaires ne laissent apercevoir aucune différenciation spéciale du cytoplasme chez les individus devenus complètement incolores ; notre opinion est que *les chloroleucites peuvent naître par nouvelle formation.*

La *forme* des chloroleucites chez les Eugléniens est assez différente selon les espèces ; on rencontre un certain nombre de variétés en apparence très dissemblables ; il est cependant assez facile de les rattacher les unes aux autres par des transitions presque insensibles.

Les chloroleucites les plus simples ressemblent à une pièce de monnaie ; ils sont disciformes ; dans ce cas, chaque cellule en renferme un grand nombre placés dans la couche pariétale du cytoplasme ; leurs faces sont parallèles à la membrane ; la substance qui les constitue est en général assez chromatophile ; elle semble homogène ; les bords sont nets ; la fuchsine acide colore uniformément en rouge l'ensemble du corpuscule. Cette variété de chloroleucites est très répandue chez les Eugléniens (*Euglena spirogyra*,

E. acus, *E. oxyuris*, etc.; *Phacus pleuronectes*, *pyrum*, etc.). Schmitz avait signalé une exception dans le *Phacus pyrum*; nous avons montré que c'était le résultat d'une erreur; toutes les espèces connues du genre *Phacus* possèdent des *chloroleucites disciformes* semblables.

L'*Euglena deses* fournit la transition à des chloroleucites plus larges et plus différenciés; dans la variété *intermedia*, on n'observe encore qu'une simple augmentation dans le diamètre du disque; mais dans le type, on voit apparaître au centre du disque un corpuscule qui se distingue du reste par sa chromatophilie : c'est le pyrénoïde. A partir de ce moment, le chloroleucite comprend deux parties : l'une centrale, très chromatique, c'est le pyrénoïde; l'autre périphérique, beaucoup moins sensible à l'action des colorants. Il semble qu'une substance spéciale, imprégnant d'abord tout le chloroleucite, se localise au centre pour former le pyrénoïde; cela nous expliquerait pourquoi le chloroleucite tout entier de l'*Euglena spirogyra*, par exemple, est chromatophile, alors que celui de l'*Euglena deses* ne l'est que dans sa partie centrale; le pyrénoïde, dans cette espèce, présente un grand nombre d'états intermédiaires; tantôt il est nettement délimité, tantôt, au contraire, il se relie insensiblement au reste du chloroleucite.

Chez l'*Euglena gracilis*, les chloroleucites sont un peu plus larges et le pyrénoïde mieux différencié.

A partir de ce moment, nous observons deux modifications importantes; la première consiste dans la formation de deux calottes de paramylon qui emboîtent le pyrénoïde sur sa face externe et sur sa face interne; elle est très nette dans l'*Euglena polymorpha*; le pyrénoïde est tuniqué. La seconde modification porte sur le bord même du chloroleucite; celui-ci s'échancre plus ou moins en donnant des lobes (*Euglena velata*) ou des rayons (*Euglena sociabilis*).

Klebs et Schmitz ne sont pas d'accord sur la structure du pyrénoïde tuniqué ; le premier admet que les calottes de paramylon ne sont pas au contact direct du pyrénoïde; elles en seraient séparées par un intervalle plus ou moins large ; le second décrit le pyrénoïde comme formé par deux lentilles plan-convexes s'appuyant par leur face plane sur le chloroleucite; dans nos préparations, le pyrénoïde s'est montré comme un globule homogène se continuant dans son plan médian avec la lame du chloroleucite; les calottes de paramylon se forment au contact et elles peuvent être repoussées dans le cytoplasme pour faire place à d'autres qui naissent de la même manière.

A cette variété de chloroleucites à bord entier ou étoilé appartiennent ceux de beaucoup d'*Euglena* (*E. velata*, *polymorpha*, *flava*, *sociabilis*, etc.) et de la plupart des *Trachelomonas* (*T. volvocina*, *lagenella*, *hispida*, etc.).

Les colorants sont loin de fournir les mêmes résultats chez tous les individus; l'intensité de la coloration est en rapport souvent très sensible avec la quantité de paramylon. Ainsi, chez l'*Euglena polymorpha*, en l'absence de paramylon, le pyrénoïde prend une couleur vineuse très prononcée par le picro-carmin et l'hématoxyline, alors que la teinte du chloroleucite est seulement un peu plus faible; les deux calottes de paramylon peuvent manquer, et le pyrénoïde lui-même perd de sa netteté ; son contour devient moins régulier et quelquefois il arrive à disparaître complètement. D'autres individus sont remplis de gros grains de paramylon ; les deux calottes de cette substance qui recouvrent chaque pyrénoïde sont devenus énormes ; le pyrénoïde est gros et chromatophile, mais les limites du chloroleucite disparaissent, parce qu'il ne présente plus de sensibilité aux colorants.

Les chromatophores à pyrénoïde tuniqué sont pariétaux comme les chromatophores plus simples d'organisation ; il faut toutefois observer que les lobes et les rayons du

chloroleucite, quand il en existe, tendent à se placer perpendiculairement à la surface, au moment où la cellule s'arrondit pour la division (*Euglena sociabilis*, etc.).

La forme la plus compliquée est celle que nous trouvons chez l'*Euglena viridis*, et, chose remarquable, c'est elle qui, en se modifiant au cours du développement, nous ramène au point de départ.

Pour la comprendre, il faut partir d'un chloroleucite disciforme, lobé ou étoilé, à pyrénoïde tuniqué comme celui de l'*Euglena sociabilis* et de l'*Euglena velata*; les rayons, au lieu d'être compris dans un plan unique, se détachent du pyrénoïde dans toutes les directions. Cette modification entraîne une autre répartition dans la distribution du paramylon ; au lieu de deux calottes placées sur la face interne et externe du pyrénoïde, nous avons des grains nombreux appliqués à la surface de cet organe entre les divers rubans chlorophylliens; ceux-ci s'allongent beaucoup, se ramifient même quelquefois. Au lieu d'un seul chromatophore de ce genre, la cellule peut en posséder davantage, deux ou trois, par exemple, comme chez l'*Euglena geniculata*.

C'est sur cette variété de chromatophores que nous avons pu suivre les transformations remarquables qui ont pour résultat la formation de chloroleucites discoïdes homogènes, analogues à ceux de l'*Euglena spirogyra*. Le phénomène peut être suivi facilement sur l'*Euglena viridis* v[té] *violacea*; il y a fragmentation du pyrénoïde, chaque partie ainsi isolée emportant les rubans chlorophylliens qui lui correspondent; les fragments du pyrénoïde venant à disparaître eux-mêmes, les rubans chlorophylliens deviennent indépendants dans la cellule et ils prennent souvent l'aspect de simples plaques disciformes; à ce moment, l'Euglène ne renferme plus que des chloroleucites semblables à ceux de l'*Euglena spirogyra*. Les rubans chlorophylliens deviennent aussi indépendants d'une

autre façon ; les grains de paramylon qui s'accumulent parfois en un amas compact autour du pyrénoïde amènent la rupture des rubans chlorophylliens à leur point d'attache sur cet organe. Toujours est-il que, sur certaines récoltes, toutes les Euglènes ont leurs chloroleucites en courts rubans ou en disques sans aucune relation avec le pyrénoïde ; lorsque celui-ci a disparu, la détermination devient presque impossible. Quelquefois, le pyrénoïde, au cours des cultures, fait son apparition, indiquant les affinités de l'espèce (*Euglena geniculata* vté *terricola*, *E. viridis* vté *violacea*) ; si son absence se prolonge au delà d'un mois de culture ou davantage, on se trouve réduit à créer au moins provisoirement une espèce nouvelle (*Euglena proxima*).

Pendant l'absence du pyrénoïde chez l'*Euglena viridis* vté *violacea* et l'*Euglena geniculata*, les chloroleucites se colorent en rouge par la fuchsine acide, de sorte qu'il faut beaucoup d'attention pour ne pas les confondre avec des fragments de l'ancien pyrénoïde. Au contraire, lorsque cet élément apparaît à nouveau, la sensibilité aux colorants disparaît chez les chloroleucites ; en se reformant, le pyrénoïde atteint parfois un volume considérable, ainsi que nous l'avons figuré dans la variété *violacea* : c'est alors une grosse sphère entourée de grains de paramylon qui lui forment une couronne ; la substance n'est pas toujours colorée uniformément ; elle est parfois différenciée en parties chromatiques et achromatiques diversement mélangées (T. fig. 3).

On peut rattacher indirectement aux chloroleucites de l'*Euglena viridis* ceux de l'*Euglena splendens* et de l'*Euglena sanguinea* ; dans la première, les cordons chlorophylliens libres n'ont pas de pyrénoïde ; dans la seconde, il se produit parfois, au milieu de chaque cordon, un corpuscule colorable, plus ou moins bien délimité, méritant cependant le nom de pyrénoïde : il apparait lorsque les

cellules s'arrondissent; à ce moment, les cordons chlorophylliens se reploient en fer à cheval et leur partie médiane se différencie et devient chromatophile ; le pyrénoïde est homogène et dense, ou bien il y a un mélange de substance achromatique et chromatique (T. fig. 8).

Il nous a semblé inutile de faire ressortir les différences considérables qui existent entre notre exposé et les descriptions de Klebs et de Schmitz; ceux qui voudront s'en rendre compte n'auront qu'à se reporter aux travaux de ces deux savants.

La structure intime des chloroleucites est peu connue chez les Eugléniens. Schmitz avait remarqué que de nombreux chromatophores présentaient une striation après la mort de la cellule; mais, pour lui, cette apparence n'avait rien de commun avec la structure normale. Klebs, au contraire, ayant observé cette striation sur des chloroleucites après l'action d'une substance gélifiante (Quellungsmittel) ou de la pression, y voit la preuve d'une différence de composition : « Diese sehr charakteristiche Quellungsart der Chlorophyllträger spricht ohne Zweifel für eine Differenzirung ihrer Substanz in starker und schwacher quellungsfähige radiale Streifen (1). » Schmitz discute vivement cette conclusion ; mais la sienne est peut-être encore moins satisfaisante : « Ich habe an der Chromatophoren dieser Organismen eine feinere Struktur bisher noch in keiner Weise zu constatiren vermocht und kann deshalb nur aus Analogie der deutlich durchsichtigen Chromatophoren anderer Pflanzen die Hypothese herleiten, dass auch den Chromatophoren der Euglenen eine feinnetzige Fibrillenstruktur eigen sei (2). »

Dans nos nombreuses préparations, nous n'avons jamais vu de chloroleucites réticulés ; le chloroplasme est sans vacuoles, ni mailles ; seulement, il y a parfois mélange de

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 267.
(2) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 157.

deux substances ayant une électivité différente pour les réactifs : l'une est plus chromatophile que l'autre; c'est la première qui s'accumule dans le pyrénoïde, ou se transporte dans le chloroleucite en communiquant à ces éléments leur sensibilité particulière aux réactifs colorants; la distinction de ces deux substances est particulièrement nette dans les gros pyrénoïdes de l'*Euglena viridis* v^te^ *violacea* et ceux plus petits de l'*Euglena sanguinea*. La substance chromatophile est caractéristique du pyrénoïde; nous proposons de la désigner sous le nom de *pyrénoïdine*; son meilleur réactif est la fuchsine acide seule ou employée avec l'acide picrique; elle joue sans doute un grand rôle dans l'assimilation chlorophyllienne.

Les chloroleucites se multiplient ordinairement par simple bipartition; selon Klebs, elle a lieu par une scission rapide ou, plus rarement, au moyen d'une échancrure qui s'étend progressivement; le même savant a constaté la division du pyrénoïde dans l'*Euglena deses*; il n'a pu réussir à voir la bipartition des pyrénoïdes tuniqués. Il est exact que le pyrénoïde peut se diviser; lorsque l'*Euglena viridis* subit une bipartition, le pyrénoïde s'allonge en forme de biscuit et une échancrure sépare les deux parties avec leur couronne de grains de paramylon (*Euglena viridis*, etc.); mais cette division n'est pas très différente d'une simple fragmentation, car les deux moitiés sont fréquemment inégales. Dans l'*Euglena polymorpha*, qui possède des pyrénoïdes tuniqués, nous avons rencontré des chloroleucites à deux pyrénoïdes; l'un conserve sa calotte de paramylon, le second la reforme rapidement; le phénomène est plus facile à suivre sur les pyrénoïdes dépourvus momentanément de paramylon. La bipartition des pyrénoïdes précède celle du noyau; elle n'a pas lieu en même temps dans tous les chloroleucites.

En résumé, le pyrénoïde des Eugléniens, comme celui

des Chlamydomonadinées, se reproduit soit par division, soit par nouvelle formation ; le chloroleucite lui-même est moins individualisé que celui des Chlamydomonadinées, car il est très probable qu'il prend parfois naissance par nouvelle formation.

Les chloroleucites sont imprégnés par une chlorophylle qui ne semble pas différente de celle des Algues ; le processus d'assimilation est le même : il a pour résultat la décomposition de l'acide carbonique et la formation de composés organiques : le paramylon remplace l'amidon.

Il faut toutefois signaler ici une grande différence dans dans le lieu de formation du paramylon et de l'amidon ; l'amidon est élaboré à l'intérieur du chloroleucite, soit à la surface du pyrénoïde, soit dans les alvéoles du chloroplasme ; le paramylon se trouve exclusivement dans le cytoplasme, comme nous le verrons tout à l'heure en étudiant les caractères de cette substance.

Les chloroleucites ne sont pas d'ailleurs indispensables à l'élaboration du paramylon : les *Astasia* incolores, les *Peranema*, les *Petalomonas* sont parfois remplis de ces grains : dans ce cas, le carbone nécessaire est fourni soit par la nutrition saprophytique (*Astasia*), soit par la nutrition animale (*Peranema*). Le cytoplasme est donc capable de produire du paramylon, sans l'intermédiaire des chloroleucites ; la nutrition holophytique ne représente chez beaucoup d'Eugléniens qu'un supplément, important sans doute, mais nullement indispensable. C'est ce qui explique que des individus puissent perdre leurs chloroleucites, sans cesser de vivre.

La disparition des chloroleucites s'obtient par plusieurs moyens et dans diverses conditions : 1° en culture dans les solutions riches en matières carbonées, ainsi que Zumstein l'a montré pour l'*Euglena gracilis* ; 2° dans les cultures maintenues à l'ombre ; 3° lors de l'attaque des cellules par des parasites du protoplasme ou du noyau.

Le produit de désorganisation des chloroleucites consiste en granulations rouges ou brunes, d'aspect oléagineux; dans les cellules envahies par le *Sphærita endogena* Dang., le cytoplasme devient rapidement incolore ; il ne renferme plus que ces résidus et cependant l'Euglène conserve sa vitalité jusqu'au moment où la membrane éclate, lors de sporulation. Ces Euglènes ont dû suffire, sans nutrition holophytique, à leur vie propre et à celle du parasite. La résistance est encore plus étonnante chez l'*Euglena deses* ; ici c'est un parasite du noyau que nous étudierons plus tard ; il nous suffit de dire pour l'instant que le noyau s'hypertrophie énormément, que le cytoplasme devient incolore : il ne renferme qu'une dizaine ou une vingtaine de granulations rouges à l'avant et à l'arrière du corps ; cependant l'Euglène continue ses mouvements pendant plusieurs semaines.

Les chloroleucites sont de tous les organes de la cellule ceux qui se détruisent les premiers, soit par la chaleur, la pression, soit dans les cultures en solutions colorantes ou maintenues à l'obscurité, en un mot, dans tous les cas où les conditions de vie deviennent défavorables.

Avec une solution de potasse à 0,5 - 1 0/0, les rubans chlorophylliens de l'*Euglena viridis* v[té] *violacea* perdent leur disposition normale ; ils s'arrondissent à la périphérie du cytoplasme ; la même chose se produit avec les solutions colorantes d'éosine, de vert de méthyle, etc. Si l'on étend d'eau ces solutions, les individus reprennent leur structure normale. Une température de 42 à 45° amène un plissement des chloroleucites de l'*Euglena deses* ; le refroidissement opéré à temps leur permet de reprendre une position normale (1).

(1) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 268.

2° *Le Paramylon.*

Le paramylon commence à se montrer chez les *Peranemaceæ*, c'est-à-dire chez les Eugléniens à nutrition animale ; son origine est restée quelque peu douteuse dans ce groupe, parce qu'on ignorait s'il constituait un produit de l'activité de la cellule ou représentait simplement un aliment ingéré. Les nouvelles recherches de Klebs ont apporté un peu de lumière sur ce point ; ayant trouvé cette substance dans des espèces qui se nourrissent d'organismes sans paramylon (*Heteronema*, *Dinema*), il en a conclu qu'elle était due à l'assimilation (1). Cependant Senn considère toujours comme douteuse l'origine du paramylon chez les *Peranema* ; à propos des *Petalomonas*, il nous dit que le cytoplasme renferme des pelotes alimentaires, des globules oléagineux et peut-être aussi des grains de paramylon (2). Nous avons vu que les *Peranema* et les *Petalomonas* renferment en plus ou moins grande abondance des corpuscules de paramylon *qui appartiennent en propre à la cellule.*

Il est donc certain que le paramylon existe chez plusieurs *Peranemaceæ*, c'est-à-dire chez des Eugléniens à nutrition animale ; il se forme également chez les *Astasiæ* et est particulièrement abondant dans l'*Astasia margaritifera.*

Ces faits nous prouvent que l'apparition du paramylon, de même que celle de l'amidon, a précédé la différenciation des chloroleucites (3).

On rencontre le paramylon, chez toutes les *Euglenæ*, en corpuscules de différentes grosseurs ; les plus gros

(1) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 364.
(2) Senn : *Loc. cit.*, p. 181.
(3) P.-A. Dangeard : *Nutrition ordinaire, nutrition sexuelle et nutrition holophytique* (Le Botaniste, 8e série, avril 1901, p. 86).

avaient été pris par Ehrenberg pour des œufs ou des glandes. Stein reconnut leur nature voisine de l'amidon et conserva le nom de paramylon donné par Focke ; Klebs et Schmitz en ont fait une étude plus complète.

Le paramylon a la même formule approchée que l'amidon ($C^6H^{10}O^5$) ; mais il en diffère par ses propriétés : ainsi l'iode ne le colore pas en bleu ; il est indifférent vis-à-vis des acides organiques, de l'alcool, de l'éther, de l'eau, etc.; l'acide chromique ne l'attaque que difficilement et lentement. Klebs a constaté que la solution de potasse à 5 0/0 ne modifiait pas le grain de paramylon, tandis qu'à 6 0/0 il y a gélification, suivie de dissolution ; à titre plus élevé, les solutions produisent une dissolution rapide sans trace de gélification ; l'acide sulfurique agit de la même façon, mais plus lentement.

La forme des grains de paramylon est ordinairement celle d'un disque ou plutôt d'une lentille biconvexe, avec des intermédiaires nombreux vers la forme globuleuse ou en bâtonnet ; on trouve mélangés des corpuscules très petits avec d'autres très gros ; parmi ces derniers, il en est qui servent par leur forme et leur position à caractériser certaines espèces. Le *Phacus alata* montre deux gros disques de paramylon situés latéralement ; l'*Euglena spirogyra* et l'*Euglena oxyuris* possèdent deux gros cylindres de paramylon, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du noyau ; l'*Euglena deses* renferme souvent de longs bâtonnets de cette substance, ainsi que l'*Euglena acus* ; dans toutes ces espèces, le cytoplasme renferme en outre d'autres grains plus petits et de forme ordinaire. Nous avons vu d'autre part que dans toute une section des Euglènes (*Euglena velata*, etc.) et chez divers *Trachelomonas* les pyrénoïdes sont entourés de deux valves de paramylon d'épaisseur variable.

Selon Klebs, le grain de paramylon se compose d'une série de plaques superposées, de telle sorte que, vu de

profil, il présente des stries parallèles ; chacune des plaques à son tour se compose de zones annulaires, ce qui produit la striation concentrique du corpuscule vu de face; ces zones annulaires seraient à leur tour décomposables en parties plus claires et plus foncées. Les stries concentriques se voient souvent sans l'aide d'aucun réactif ; mais pour étudier la structure complète du grain, il vaut mieux se servir de l'acide sulfurique ; son emploi doit être préféré à celui de la potasse, car il agit plus lentement ; la partie centrale du grain se détruit la première, si bien que tous les corpuscules, petits et gros, au bout d'un certain temps, ont l'aspect d'un anneau qui s'amincit de plus en plus jusqu'à disparition. Schmitz a essayé de vérifier ces faits, mais sans y parvenir ; il n'a vu que la striation concentrique (1).

Nous avons repris cette étude et constaté l'exactitude de la description de Klebs, en nous servant comme lui de l'acide sulfurique ; les grosses cellules au repos de l'*Euglena viridis* v[té] *violacea* sont très favorables à ce genre de recherches ; elles sont remplies de grains biconvexes, les uns très gros, les autres petits ; la membrane se détruisant rapidement ne gêne pas l'action du réactif. Les phénomènes qui accompagnent la gélification des corpuscules de paramylon sont différents, selon que l'acide sulfurique agit lentement ou brusquement. En faisant pénétrer peu à peu l'acide sous la lamelle, le grain conserve son contour ; la lentille biconvexe se creuse simplement en son milieu ; la cavité centrale s'élargissant de plus en plus, on obtient un anneau dont l'épaisseur diminue progressivement jusqu'à disparition complète ; tous les grains, même les plus petits, se comportent de la même façon ; pendant cette disparition graduelle, la striation concentrique et la striation parallèle sont nettement visi-

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 100-101.

bles. On doit donc admettre avec Klebs que le corpuscule est formé de plaquettes superposées comme une pile de sous, chacune étant à son tour constituée par des zones annulaires dont la présence est indiquée par la striation concentrique. Nous ajouterons que ces zones se correspondent exactement d'une plaquette à l'autre, car, vu de profil, en section optique, le grain présente des stries parallèles au pore central. La différenciation de zones annulaires en parties plus sombres et plus claires n'est pas aussi nette que les précédentes; nous ne l'avons rencontrée que rarement et elle n'offre aucun caractère de régularité.

Si l'action de l'acide sulfurique est brusque, le corpuscule se gélifie rapidement et se dissout ; mais on a parfois le temps de saisir les principales phases du phénomène. On constate d'abord que, très fréquemment, la lentille biconvexe se sépare en son milieu en deux lentilles planconvexes ; puis chaque moitié, sans modifier sensiblement son diamètre, s'allonge en un cylindre; il semble donc que les plaquettes superposées s'écartent comme les replis d'un accordéon ; dans ce cordon, la partie externe devient rapidement homogène, alors que la partie centrale montre des plis plus ou moins nombreux.

Le mode de formation du paramylon est entouré d'obscurité. Klebs fait ressortir cette différence qu'au contraire de l'amidon qui se produit à l'intérieur des chloroleucites, le paramylon se forme dans le cytoplasme. Selon Schmitz, les grains de paramylon des Euglènes proviennent des chromatophores comme l'amidon et grossissent par l'apposition de nouvelles couches ; ce savant pense avoir fourni la preuve que les grains de paramylon pendant leurs premiers développements sont au contact des chromatophores ; selon toute probabilité, ils naissent de la substance même de ces derniers (1). Cette opinion n'a

(1) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 106-107.

pas prévalu, et nous voyons Zumstein reproduire l'idée de Klebs : « Das Paramylon ist nicht wie die Bildung von Starke an die Gegenwart von Chromatophoren gebunden, sondern es entsteht frei aus dem Cytoplasma » (1). Il est certain que le paramylon peut prendre naissance dans le cytoplasme, en l'absence complète de leucites, comme chez les *Astasia* ; mais il en est de même pour l'amidon dans le *Polytoma uvella*. Dès que les chloroleucites sont apparus, la production d'amidon s'est localisée à l'intérieur de ces éléments ; nous n'avons jamais rencontré d'amidon chez les Chlamydomonadinées en dehors du chloroleucite. Pourquoi donc cette différence en ce qui concerne le paramylon des Eugléniens? Nous pensons que cette différence est due au mode de nutrition ; la nutrition *hétérotrophe* ou purement saprophytique comporte la possibilité pour le cytoplasme de former directement de l'amidon ou du paramylon dans le cytoplasme (*Polytoma*, *Astasia*). Dans les Chlamydomonadinées, cette propriété a disparu avec la nutrition hétérotrophe ; ces algues ont une nutrition autotrophe qui ne comporte que l'absorption de sels inorganiques et la fonction chlorophyllienne ; or avec la fonction chlorophyllienne seule, l'amidon est sous la dépendance exclusive du chloroleucite.

Il en est autrement chez les Eugléniens colorés en vert ; ceux-ci ont conservé la nutrition hétérotrophe en même temps qu'ils acquéraient la nutrition holophytique ; donc régulièrement, le paramylon doit être à la fois sous la dépendance du cytoplasme et du chloroleucite ; par la nutrition hétérotrophe, le cytoplasme a conservé la propriété de former directement du paramylon à son intérieur ; par la nutrition holophytique, il a acquis la possibilité d'en produire au moyen des chloroleucites et des pyrénoïdes.

(1) Zumstein : *Loc. cit.*, p. 193

Les deux modes s'enchevêtrent et se confondent; toutefois, il est naturel d'attribuer plus spécialement à la nutrition holophytique les grains de paramylon qui recouvrent le pyrénoïde lorsqu'il existe; nous ne voyons aucune différence sensible entre la formation de la couche amylacée qui entoure le pyrénoïde d'un *Chlamydomonas* et les deux valves de paramylon qui emboîtent les pyrénoïdes de l'*Euglena velata* ou de l'*Euglena polymorpha*. Le pyrénoïde est un produit de la fonction chlorophyllienne; qu'il soit entouré complètement par le chloroleucite, comme chez les *Chlamydomonas*, ou bien qu'il conserve ses faces libres et même devienne indépendant, comme chez les Eugléniens, peu importe. La substance du pyrénoïde a les mêmes réactions générales dans les deux groupes, et son rôle est analogue certainement dans la production de la zone amylacée, que ce soit de l'amidon ou du paramylon.

Chez les Chlorophytes, la quantité d'amidon renfermée dans la cellule est en relation directe avec la fonction chlorophyllienne; on peut, ainsi que l'a montré Sachs, obtenir des plantes dépourvues d'amidon en les cultivant à l'ombre; avec des *Chlamydomonas*, on constate une très grande différence entre la quantité d'amidon renfermée par les cellules à la fin de la journée et le lendemain matin; la plus grande partie des grains ont disparu pendant la nuit, utilisés pour la nutrition générale. Klebs et Zumstein constatent que la production du paramylon et sa diminution dans la cellule ne présentent point une relation aussi claire avec l'assimilation chlorophyllienne. Le premier de ces auteurs a vu que l'*Euglena viridis* conservée cinq jours à l'ombre renferme peu de paramylon; en été, avec une lumière intense et une haute température, les Euglènes sont très actives et le paramylon est en petite quantité. Lorsque les cultures se prolongent, que les conditions de vie deviennent défavorables, les cellules se rem-

plissent de gros grains de paramylon; il en est de même pour les cellules qui s'enkystent (1).

Zumstein, de son côté, a constaté que le paramylon tendait à diminuer ou à disparaître: 1° pendant la germination des kystes et un peu après; 2° lorsqu'on porte une culture de la lumière à l'ombre; 3° quand les Euglènes repassent de l'ombre à la lumière et reverdissent; 4° quand on les transporte d'un milieu neutre dans un milieu légèrement acide (2).

Nous avons montré qu'il existe deux sources différentes de production du paramylon : la nutrition saprophytique et la nutrition holophytique: il est donc naturel que la quantité de paramylon contenue dans une cellule ne présente pas une relation aussi étroite avec l'assimilation chlorophyllienne que chez les autres plantes vertes; nous avons ainsi l'explication de la prétendue anomalie signalée par Klebs et par Zumstein. Le problème devient plus complexe; mais avec ces données nouvelles, il sera possible sans doute d'avoir une explication des divers cas qui peuvent se rencontrer. Si les cultures d'Euglènes conservées à l'obscurité continuent à renfermer du paramylon, c'est un résultat de la nutrition saprophytique; si ce paramylon disparaît lorsque ces cultures sont reportées à la lumière, c'est que les chloroleucites se reforment aux dépens du paramylon, comme la chose a lieu avec l'amidon; enfin, si les Euglènes, en pleine activité, ont peu de paramylon, c'est uniquement parce que le métabolisme général étant très rapide, le paramylon se trouve utilisé au fur et à mesure de sa production; les divisions sont alors très fréquentes.

Le mode de dissolution du paramylon n'est pas connu : nous avons quelque raison de penser que sa digestion

(1) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 272-273.
(2) Zumstein : *Loc. cit.*, p. 194.

donne lieu à des effets semblables à ceux de l'acide sulfurique ; en effet, nous avons rencontré chez quelques espèces et en particulier dans l'*Euglena proxima*, l'*Euglena deses*, etc., des anneaux de paramylon absolument identiques à ceux qui se forment à la suite de l'action lente de l'acide sulfurique. D'ailleurs, les gros corpuscules permanents que l'on trouve dans l'*Euglena acus*, dans l'*Euglena spirogyra*, etc., se creusent en anneau ou redeviennent massifs selon l'état des cultures. Il existe probablement dans le cytoplasme un ferment qui agit sur les grains de paramylon en les dissolvant; on s'explique de cette façon la disparition rapide des grains dans certaines conditions du développement, au passage du stade de repos à la vie active, par exemple.

Stein a dessiné chez le *Phacus pleuronectes* et chez le *Phacus longicauda* les gros corpuscules de paramylon avec une zone annulaire et une grande cavité centrale remplie d'une substance incolore : « Bei *Phacus pleuronectes* liegt in der mitte des Leibes gewohlich ein sehr grosser scheibenformiger Paramylon-Korper, der wieder eine grosse concentrische, ebenfalls als Nucleus gedeutete Scheibe umschliesst ; im Mittelpunkt der letzteren sah ich haufig noch eine kleine, schrage, spaltformige Hohle (1). » Klebs parle simplement de grains de paramylon disciformes. Schmitz a entrevu l'explication de l'apparence signalée par Stein ; mais sa description est incomplète (2).

En traitant par l'oxyde de cuivre ammoniacal les cellules de *Phacus*, il devient relativement facile d'étudier les corpuscules de paramylon. Occupons-nous d'abord du *Phacus pleuronectes ;* certaines cellules renferment un ou deux gros corpuscules disciformes ordinaires à stries concentriques (T. fig. 51. F, K); mais fréquemment il

(1) Stein : *Loc. cit.*, p. 146.
(2) Schmitz : *Loc. cit.*, II, p. 75.

n'existe qu'un seul gros corpuscule ayant l'apparence signalée par Stein ; une zone annulaire extérieure, avec une partie centrale blanche et un petit canal au milieu (T. fig. 51. A). Or, lorsqu'on regarde la cellule de profil, on voit que le corpuscule, d'ailleurs massif, ressemble assez à un chapeau haut de forme ; ce sont les bords du chapeau qui donnent l'impression de la zone annulaire ; il repose à plat d'un côté tout au moins sur la membrane elle-même (T. fig. 51. B, C, D, E) ; l'aspect est quelque peu variable ; ainsi parfois, le corpuscule se compose de deux troncs de cône unis par leur petite base ; dans d'autres cellules, le corpuscule est formé d'un cylindre reposant sur un piédestal plus large. Sa structure est facile à comprendre ; il se compose de deux moitiés constituées elles-mêmes par une serie de plaquettes minces superposées ; au centre, se trouve un pore comme dans les autres grains de paramylon ; les stries qui indiquent l'existence de plaquettes sont très visibles.

Le *Phacus longicauda* est remarquable par les variations considérables de taille qu'il présente ; on arrive, à partir des plus gros individus, par une série complète d'intermédiaires, au *Phacus parvula* Klebs, de telle sorte qu'on peut se demander si cette dernière espèce est réellement autonome ; dans les cellules de grosseur moyenne, le corpuscule est médian, disciforme ; dans les plus petites cellules, on assiste à la formation d'un grain de paramylon semblable à celui du *Phacus pleuronectes* (T. fig. 51. G, H, I, J, M, N) ; enfin chez les gros individus, il est très large (T. fig. 51, O) ; sa structure ne présente aucune différence sensible avec celle que nous venons de décrire dans le *Phacus pleuronectes*.

Chez les autres espèces de *Phacus*, le paramylon affecte une position différente.

Dans le *Phacus alata*, chaque aile renferme un large disque à stries concentriques (T. fig. 51, P). Le *Phacus ovum*

possède deux anneaux de paramylon qui s'appliquent sur la membrane ; ils sont placés latéralement et plus ou



FIG. 51. — Diverses formes des corpuscules de paramylon chez les *Phacus*.

moins rapprochés de la partie antérieure (T. fig. 51, Q, R) : ces anneaux sont constitués par des couches concentriques. Le *Phacus pyrum* présente ordinairement deux calottes minces de paramylon qui s'appliquent par leur

face convexe sur la membrane; certains individus en ont trois ou quatre; leur position varie (T. fig. 51. L, S).

Outre ces gros corpuscules caractéristiques, les cellules de *Phacus* renferment en plus ou moins grande quantité de très petits grains : on peut s'assurer, au moyen de l'acide sulfurique, qu'ils se creusent tous en anneau comme les grains de paramylon des Euglènes. La même structure apparaît également dans les grains de paramylon des *Trachelomonas* ; elle est donc très générale.

En résumé, nous avons montré que dans l'*Euglena viridis* v[té] *violacea*, on pouvait décomposer, au moyen de l'acide sulfurique, chaque grain de paramylon en deux lentilles plan-convexes ; l'étude des gros corpuscules qui se rencontrent chez le *Phacus pleuronectes* et le *Phacus longicauda* montre l'exactitude de cette manière de voir ; les deux moitiés sont ici de forme différente, il est vrai, mais elles se distinguent sans aucun réactif. Il est donc vraisemblable que tous les grains discoïdes de paramylon, même les plus minces, sont constitués de cette façon.

Nous pensons qu'il faut rattacher à la structure précédente les corpuscules en bâtonnets plus ou moins gros que l'on rencontre chez l'*Euglena deses*, l'*Euglena oxyuris* et même ceux de *Euglena spirogyra*.

Tous ces grains se creusent d'un pore central arrondi ou d'une fente, sous l'action de l'acide sulfurique ; ils se comportent de même sous l'influence de la digestion.

Le mode de striation des grains de paramylon indique qu'ils sont constitués par une série de plaquettes superposées en pile ; chaque plaquette est à son tour décomposable en un grand nombre d'anneaux ; l'accroissement en largeur est dû aux zones annulaires et l'accroissement en épaisseur au nombre des plaquettes.

Nous serions disposé à penser que la formation du paramylon est due à une sécrétion du cytoplasme ; cette substance appartient, comme la gélatine qui constitue les

enveloppes accessoires, au groupe des hydrates de carbone ; or, nous avons vu que le mucus gélatineux est sécrété dans le cytoplasme et filtré ensuite au travers de la membrane ; les enveloppes qu'il forme sont plus ou moins épaisses et elles sont striées concentriquement. Il nous paraît extrêmement probable que la substance du grain de paramylon est aussi sécrétée dans le cytoplasme ; elle est ensuite déposée dans les alvéoles ; comme les enveloppes accessoires, les corpuscules de paramylon augmentent d'épaisseur par l'apposition de nouvelles couches.

CHAPITRE IV

LA REPRODUCTION DES EUGLÉNIENS.

La reproduction des Eugléniens est une division longitudinale du corps qui se répète à des intervalles plus ou moins rapprochés ; elle a lieu soit pendant la phase d'activité, soit pendant une période de repos, sans changement dans la forme générale de la cellule, ou plus souvent après que celle-ci s'est arrondie, à l'intérieur d'une enveloppe commune ou sans tégument. Lorsque les cellules continuent de se diviser, sans reprendre leur liberté à chaque division, il se forme des *colonies palmelloïdes* ; lorsque la cellule s'entoure d'un tégument épais et reste longtemps sans se diviser, il s'agit d'un *enkystement*.

C'est Ehrenberg qui a reconnu le premier le mode de division des Euglènes : il remarqua chez l'*Euglena acus* deux individus au contact et il interpréta cet aspect comme l'indice d'une division longitudinale (1). Perty fit la même remarque en ce qui concerne l'*Euglena spirogyra* et l'*Euglena viridis* (2). Stein a vu aussi la division longitudinale de l'*Euglena viridis*; mais il la considère tantôt comme une véritable division, tantôt comme un phénomène de conjugaison (3) ; il indique cependant une division longitudinale des *Colacium*.

D'autres auteurs, Meyen, Thuret, Cohn, Focke, Cien-

(1) Ehrenberg : *Loc. cit.*, p. 105-112.
(2) Perty : *Loc. cit.*, p. 78.
(3) Stein : *Loc. cit.*, p. 87.

kowski, ont parlé du mode de division des Euglènes, mais tous pensent que la séparation se fait comme chez les *Chlamydomonas*, c'est-à-dire transversalement. Cohn, en particulier, qui a étudié le développement d'un cyste, dit que « der Inhalt wird gleichmassiger, die festen Gebilde, der rothe Punkt verschwinden ganz und die Theilung tritt ein, die Euglene schnurt sich erst in 2, dann meist in 4, unter Umstanden auch 8 und 16 Partieen ab (1) ».

G. Klebs, qui a suivi le développement d'un grand nombre d'espèces, a étudié le mode de division principalement chez l'*Euglena deses* et l'*Euglena spirogyra* (2). Chez l'*Euglena deses*, la cellule conserve sa forme allongée et s'entoure d'une épaisse enveloppe ; la partie antérieure s'élargit, le noyau qui occupait une position centrale vient au voisinage de la vacuole principale et là il se divise ; après cette bipartition, dont Klebs n'a pu suivre les détails, le point oculiforme et la vacuole principale se divisent à leur tour ; la métabolie cesse complètement. La partie antérieure du corps s'arrondit de plus en plus ; le canal antérieur disparaît à l'observation et une échancrure se produit ; pendant que la séparation progresse, les parties libres commencent leurs mouvements métaboliques, tandis que l'extrémité postérieure du corps encore indivise reste immobile ; lorsque la séparation est complète, le mouvement cesse à nouveau et les deux cellules-filles restent au repos pendant quelques heures jusqu'à ce que l'enveloppe mucilagineuse ait disparu. Les flagellums se développent ensuite très lentement à partir du canal antérieur sous forme d'un bâtonnet qui s'allonge progressivement.

La division de l'*Euglena spirogyra* a lieu sans sécrétion d'enveloppe ; la métabolie disparaît ; le noyau se porte à l'avant, de sorte que les deux gros corpuscules de para-

(1) Cohn : *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. IV, 1853, p. 275.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, I, p. 279-280.

mylon se trouvent maintenant au-dessous de lui. Après la division du noyau, du point oculiforme, de la vacuole principale, on voit se produire une échancrure qui gagne peu à peu la partie postérieure ; les moitiés libres se contractent de diverses manières ; la portion commune reste immobile : après séparation complète, chaque cellule-fille emporte un des gros corpuscules de paramylon.

Le mémoire de Klebs contient encore d'autres détails sur la division des Euglènes ; l'*Euglena viridis* s'arrondit presque complètement et s'entoure d'une enveloppe avant d'effectuer sa bipartition : celle-ci est toujours longitudinale, bien qu'on l'ait si souvent décrite comme transversale. On ne saurait d'ailleurs comparer ce mode de reproduction à celui des Volvocinées : dans cette dernière famille, la cellule-mère se divise en 4-32 zoospores sous une membrane unique, alors que chez l'*Euglena viridis* chaque division est précédée de la formation d'une nouvelle enveloppe. En chambre humide, l'*Euglena viridis* se divise librement, sans sécrétion préalable de membrane.

L'*Euglena velata* prend une forme ovale et s'entoure d'une épaisse enveloppe ; l'*Euglena sanguinea* est également entourée d'une couche gélatineuse épaisse ; mais le corps s'arrondit en une sphère légèrement aplatie : l'*Euglena acus* conserve sa forme allongée et se divise à l'état libre comme la plupart des espèces de *Phacus* ; toutefois le *Phacus parvula* sécrète du mucilage.

La division des *Trachelomonas* est moins connue : Perty pensait qu'elle s'effectuait à l'intérieur de la coque, mais sans en avoir donné la preuve (1). Stein combat l'idée de Perty et suppose que la division a lieu en dehors de la coque, parce qu'il en a vu sortir l'Euglène indivise (2). Klebs nous dit avec cette restriction « so weit aber meine

(1) Perty : *Loc. cit.*, p. 81.
(2) Stein : *Loc. cit.*, p. 87-88.

Beobachtungen reichen » que la division des *Trachelomonas* se fait au repos, à l'intérieur de la coque ; l'une des cellules-filles sort, tandis que l'autre reste dans la tunique (1).

Dans nos « Recherches sur les *Cryptomonadinæ* et les *Euglenеæ* », nous avons donné quelques détails sur la division des *Phacus* et montré qu'il existait dans ce genre des colonies palmelloïdes et des kystes (2).

Zumstein a fait des observations très intéressantes sur la division de l'*Euglena gracilis* ; la division au stade de repos, à l'intérieur d'une enveloppe, n'a lieu qu'à partir du moment où le milieu est suffisamment, consistant pour empêcher le mouvement. « Sowie die Unterlage ein Umkerkriechen oder gar eine Schwimmbewegung gestattet. theilt sich die Euglene im beweglichen Zustand (3) » ; le mode de division n'est en relation qu'avec les propriétés physiques du milieu ; il est indépendant des propriétés chimiques et de la présence ou de l'absence de chromatophores.

Pour comprendre cette conclusion, il est bon de savoir que Zumstein interprète d'une façon trop large la division à l'état de « beweglichen Zustand » ; en réalité il s'agit d'une *division sans enveloppe commune*, avec cessation plus ou moins longue du mouvement pendant la bipartition. Nous avons suivi dans l'eau ordinaire la division de cette espèce : la cellule-mère, ainsi que les cellules-filles, peuvent rester très longtemps à l'état de repos ; ce sont des *colonies palmelloïdes* que Zumstein a obtenues dans ses milieux de culture à la gélatine.

On peut faire dans le mode de division des Eugléniens les distinctions suivantes :

1° *Division libre, sans enveloppe commune.* La cellule-

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 281-282.
(2) P.-A. Dangeard : *Loc. cit.*, p. 19.
(3) Zumstein : *Loc. cit.*, p. 167-168.

mère, dans ce cas, reste active ou bien elle devient immobile pendant la bipartition.

Elle reste active et conserve sa forme générale chez un certain nombre d'espèces (*Entosiphon sulcatum*, *Menoidium incurvum*, *Astasia*, etc.); ce mode de division est celui des Flagellés ordinaires et il a été observé chez la plupart des *Peranemæ* et des *Astasiæ* ; on peut dire qu'il représente la reproduction normale de ces êtres.

Avec l'apparition de la nutrition holophytique, il tend à disparaître ou à devenir moins fréquent ; on le rencontre encore de temps en temps chez quelques espèces (*Euglena viridis*, *Euglena geniculata*, *Euglena flava*) ; mais il est rare. Aussi Stein qui n'avait rencontré que très peu d'individus doubles, les considérait-il non comme un produit de la division, mais comme le résultat d'une conjugaison (1).

La cellule, dans la division libre, peut cesser plus ou moins longtemps son mouvement ; elle conserve sa forme générale (*Euglena spirogyra*, *Phacus pleuronectes*, etc.), ou bien prend un contour ovale ou arrondi (*Euglena viridis* vté *intermedia*, *Euglena geniculata*, *Euglena gracilis*, etc.).

Dans la division libre des *Euglenæ*, la cellule-mère présente quelquefois dans la même espèce (*Euglena viridis*, etc.) tous les intermédiaires entre le mouvement ordinaire et une immobilité complète de durée variable, entre la forme normale et la forme sphérique.

Zumstein a eu tort, selon nous, de comprendre la division libre de l'*Euglena gracilis* dans la division « im beweglichen Zustand », parce que la cellule-mère reste souvent fort longtemps privée de mouvement.

2° La *division tégumentée* dans laquelle les cellules-filles sont entourées d'une enveloppe commune.

La cellule-mère est toujours immobile pendant la bipar-

(1) Stein : *Loc. cit.*, p. 87.

tition; on peut distinguer trois cas principaux : *division ordinaire, formation de colonies palmelloïdes, enkystement.*

a) Dans la *division ordinaire*, les cellules-filles redeviennent libres, avant d'effectuer une seconde bipartition ; la cellule-mère conserve sa forme générale (*Euglena deses*, *Phacus ovum*, etc.) ou s'arrondit en sphère (*Euglena viridis*, *Euglena proxima*, *Euglena sanguinea*, *Euglena polymorpha*, *E. flava*, etc., etc.). On peut dire que ce dernier mode est de beaucoup le plus fréquent; nous en avons vu de nombreux exemples dans la partie descriptive.

b) Lorsque les cellules continuent à se diviser sans reprendre leur vie active, il y a formation de *colonies palmelloïdes* ; dans ces colonies on retrouve habituellement les enveloppes successives particulières à chaque division ; les limites finissent cependant le plus souvent par se confondre; ces colonies se composent de quatre, huit, seize, trente-deux individus diversement orientés : elles sont incluses dans une masse gélatineuse plus ou moins abondante. On rencontre de beaux exemples de ces colonies dans l'*Euglena viridis* v^té *intermedia*, dans l'*Euglena polymorpha*, l'*Euglena sociabilis*, le *Phacus ovum*, etc. Quelquefois, à l'intérieur de la première enveloppe commune, il semble que les divisions soient libres : dans ce cas, la colonie entière ressemble à un sporange ; nous avons signalé le fait pour l'*Euglena sociabilis* et l'*Euglena pisciformis*. Les stries en spirale de la membrane continuent à être visibles pour chaque cellule (*Phacus ovum*) ; nous ignorons si la chose est générale. Régulièrement, dans ces colonies, les cellules devraient être orientées en file, puisque la division est longitudinale ; si elles sont groupées irrégulièrement, c'est qu'elles modifient leur orientation dans l'intervalle de deux divisions.

Les *Euglenæ* peuvent ainsi végéter très longtemps, plu-

sieurs mois, sans que les cellules redeviennent libres et mobiles.

c) L'enkystement mérite une mention spéciale ; en effet, s'il est fréquemment accompagné ou suivi d'une bipartition de la cellule, cela n'est pas absolument général.

L'enkystement représente un ralentissement des fonctions vitales; aussi se produit-il lorsque les conditions du milieu de culture deviennent défavorables; le principal facteur de l'enkystement est donc le manque de nourriture, une dessiccation lente, une modification du milieu ; l'envahissement des parasites bactériens et autres agissent dans le même sens.

L'*Euglena viridis* est l'espèce qui se prête le mieux à l'observation des kystes ; quand on abandonne quelque temps à elle-même une culture de cette espèce, on ne tarde pas à obtenir un grand nombre de ces formations : la cellule devient exactement sphérique ; elle est recouverte d'une coque plus ou moins épaisse, à stries concentriques et souvent colorée en jaune brun par un oxyde de fer ; le cytoplasme est rempli de gros grains de paramylon. On trouve des kystes identiques dans la variété *violacea*, dans l'*Euglena proxima*, etc.; parfois, il existe plusieurs téguments différents superposés, ainsi que Zumstein l'a constaté chez l'*Euglena gracilis*. Dans ces kystes, la cellule est unique ou divisée en deux cellules-filles, la bipartition n'a lieu assez souvent qu'à la germination.

Le meilleur moyen d'obtenir la germination des kystes est de les transporter dans un milieu nutritif; ainsi ceux de l'*Euglena gracilis* germent déjà au bout de 16 heures, lorsqu'on les transporte dans une décoction de lentiles ou dans des solutions renfermant des extraits de viande, des peptones, etc.

Les kystes d'*Euglena viridis*, qui ont résisté plusieurs semaines à la dessiccation, germent lorsqu'on les replace dans l'eau ordinaire ; ceux de la variété *violacea* mettent

leurs cellules en liberté, dans un décoction de jus de fumier, ce qui est lié au mode de vie particulier à cette Euglène (Klebs).

L'*Euglena sanguinea* s'enkyste en devenant sphérique; elle s'entoure d'une épaisse enveloppe gélatineuse : l'*Euglena deses* se contracte, prend la forme d'un cylindre et se recouvre d'une épaisse membrane qui reste incolore ; le *Phacus pleuronectes* prend un contour ovale et il sécrète autour de lui une couche épaisse de gélatine à stries concentriques.

Parfois, c'est une colonie palmelloïde tout entière qui s'enkyste, comme nous avons vu la chose se produire dans l'*Euglena sociabilis*.

Beaucoup d'espèces peuvent supporter pendant longtemps les conditions défavorables du milieu sans procéder à un véritable enkystement ; de ce nombre, l'*Astasia margaritifera*, qui se contracte quelque peu, se remplit de gros grains de paramylon et reste ainsi plus ou moins longtemps ; le *Menoidium incurvum* fait de même, tout en conservant sa forme ; les *Phacus* restent immobiles pendant des semaines sans autre protection que leur membrane; le cytoplasme est alors gorgé de grains de paramylon et les gros corpuscules disciformes ont augmenté sensiblement de grosseur ; l'*Euglena deses* v[té] *intermedia* s'aplatit; sa membrane devient rigide; le nombre des bâtonnets de paramylon augmente et tout mouvement cesse; il en est de même dans l'*Euglena spirogyra*, l'*Euglena granulata*, l'*Euglena velata*, etc. Chez ces deux dernières espèces, le contour du corps à ce stade possède un aspect caractéristique.

La germination des kystes ou des pseudo-kystes est accompagnée par une diminution rapide du paramylon.

PHÉNOMÈNES QUI ACCOMPAGNENT LA DIVISION CELLULAIRE

Tous les éléments de la cellule, à l'exception des flagellums qui naissent par nouvelle formation, se divisent en même temps qu'elle : stigma, vacuole principale, chloroleucites et noyau.

Dans la division libre, lorsque la cellule reste active, les nouveaux flagellums apparaissent à côté des anciens ; dans l'*Entosiphon sulcatum*, la cellule-mère possède déjà, avant de se diviser, deux couples de flagellums disposés comme ils le seront dans les cellules-filles ; chez les *Astasia*, le nouveau flagellum ne s'allonge que lentement, et la division terminée, sa longueur est encore inférieure à celle de l'ancien ; c'est du moins ce que nous avons vu dans une de nos observations. L'étude de l'*Astasia margaritifera* offre un intérêt particulier : nous avons vu, en effet, qu'il existe dans cette espèce une sorte de blépharoplaste qui se porte à l'avant de la cellule et se dédouble au moment de la bipartition.

La division du stigma et celle de la vacuole principale n'offrent rien de bien intéressant ; remarquons toutefois que la division de ces éléments implique une bipartition longitudinale de la cellule ; nous ignorons comment les choses se passent quand cette division est transversale, comme chez le *Trachelomonas lagenella*. Il est vrai que le stigma n'a pas grand déplacement à effectuer ; mais nous ne voyons pas que la vacuole principale puisse aussi facilement se transporter dans le plan équatorial.

Nous serions assez disposé pour notre part à admettre que ces éléments peuvent parfois apparaître par nouvelle formation.

En ce qui concerne la division des chloroleucites et des

pyrénoïdes, nous avons vu précédemment dans quelles conditions elle se produit.

Il nous reste à voir comment se comporte le noyau ; cet organe est l'élément principal de la division ; on ignorait cependant jusqu'à ce jour sa structure exacte, et le mode de karyokinèse qui lui était attribué, doit faire place à une autre interprétation totalement différente de la première.

ÉTUDE DU NOYAU.

Le noyau des Eugléniens a été vu par un assez grand nombre d'observateurs, et malgré cela il est encore peu connu dans l'ensemble du groupe. Stein a dessiné chez toutes les espèces un noyau homogène nucléolé : sa position est indiquée assez exactement; malheureusement, Stein attribuait au noyau la formation de germes endogènes, d'où une théorie aussi peu fondée que celle des *blasties*, de Perty. Klebs fait avancer quelque peu l'étude du noyau; il a examiné plus spécialement celui de l'*Euglena Ehrenbergii* dans lequel il ne trouve pas de nucléole, mais une simple cavité contenant une masse irrégulière et dense ; le reste du noyau semble constitué, aussi bien avant qu'après l'action des réactifs, par un peloton de filaments; on ne saurait affirmer s'il s'agit de filaments distincts réunis comme les pièces d'un échafaudage, ou d'un cordon unique. Le centre du noyau offre quelques différences avec les espèces ; chez l'*Euglena sanguinea*, la cavité centrale renferme 4 ou 5 masses denses; d'autres espèces n'ont à cette place qu'un corpuscule arrondi qui mérite alors le nom de nucléole. La plus haute différenciation du nucléole se rencontrerait chez le *Menoidium*, où cet organe occupe la plus grande partie du noyau (1).

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 253-254.

Nous verrons que le nucléole existe chez tous les Eugléniens ; seulement, il est unique ou fragmenté en un plus ou moins grand nombre de corpuscules.

Keuten n'a étudié qu'une seule espèce, l'*Euglena viridis* (1); son mémoire a été fait sous la direction de Blochmann qui avait déjà publié un travail sur ce même sujet.

Le noyau de l'*Euglena viridis* est situé à la partie postérieure du corps ; il est ovale ; son plus grand diamètre est placé suivant l'axe. Keuten donne au corpuscule central, plus colorable, le nom de nucléole-centrosome à cause du rôle actif qu'il joue pendant la division. La chromatine n'est pas distribuée, comme d'ordinaire, irrégulièrement en granulations chromatiques dans la cavité nucléaire ; il existe des chromosomes en bâtonnets plus ou moins recourbés, disposés radialement autour du nucléole ; les bâtonnets paraissent homogènes, sans distinction en parties de chromaticité différente. La membrane nucléaire n'est pas visible à ce moment, sans doute parce que les chromosomes remplissent toute la cavité du noyau ; plus tard, dans les derniers stades de la division, on la voit nettement. La cellule s'arrondit avant d'opérer sa bipartition ; le phénomène se produit pendant la nuit ; il commence deux heures environ après la chute du jour et se termine cinq heures plus tard. Le nucléole s'allonge en un bâtonnet qui atteint la surface nucléaire ; les chromosomes font d'abord un angle avec lui, puis ils se placent parallèlement ; le nucléole se renfle à ses deux extrémités, qui ne se colorent plus de la même façon que la partie médiane amincie. Les chromosomes, jusque-là disséminés, se retirent des pôles et s'amassent dans la partie équatoriale, tandis que le noyau modifie son contour ; il est plus large alors dans le sens perpendiculaire à l'axe nucléolaire. C'est à ce moment qu'aurait lieu une division

(1) Keuten : *Loc. cit.*

longitudinale des chromosomes. L'axe nucléolaire s'étire ensuite longuement; les chromosomes cessent d'être parallèles; ils sont entremêlés; une moitié se rend à l'un des pôles et l'autre moitié au second; le noyau s'est élargi à nouveau dans le sens du nucléole; les chromosomes sont disposés maintenant en deux groupes au voisinage de chaque pôle, et parallèles à la direction de division; comme les extrémités du nucléole, ils sont renflés vers l'extérieur et amincis en pointe vers le centre. La séparation des nouveaux nucléoles a lieu, et autour de chacun d'eux, les chromosomes reprennent la direction radiale qu'ils avaient à la prophase. Keuten considère ce mode de division comme une variété de la karyokinèse.

Butschli s'est occupé du noyau des Eugléniens à un point de vue plus général (1); il est caractérisé, d'après ce savant, par ce fait que le nucléole est relativement petit par rapport au volume total, et qu'entre lui et la membrane se trouve une substance chromatique finement granuleuse, plus rarement composée de granules plus gros; le nucléole est homogène; parfois, cependant, on y observe des sortes de vacuoles; le cas le plus rare serait celui qui a été signalé par Klebs dans l'*Euglena sanguinea*, le nucléole étant remplacé par 4 ou 5 masses de substance chromatique dense. D'après Butschli, ces noyaux ne seraient qu'un état de différenciation plus avancé des noyaux vésiculeux; les deux formes pourraient exister dans la même espèce (*Petalomonas abscyssa*); l'*Anisonema grande* présente sans doute la même variation, car Stein figure les noyaux avec la structure vésiculaire, alors que Butschli a trouvé dans cette espèce des noyaux sans nucléole, finement granuleux. Ce savant admet que le nucléole peut manquer; toute la substance du noyau est alors finement *granuleuse* ou *réticulée* (*Phacus*, *Anisonema*). En ce qui

(1) Butschli : *Protozoa*, *loc. cit.*, p. 741.

concerne la division elle-même, Butschli observe que les noyaux vésiculeux se divisent suivant le schéma de l'amitose ; toutefois, il a constaté chez l'*Entosiphon sulcatum* une disposition particulière qui établit une transition à la division indirecte ; le nucléole se dissout au stade d'allongement en un nombre de filaments fins parallèles à l'axe ; leurs extrémités sont épaissies et plus sombres ; ils disparaissent avant la fin de la division.

Keuten, dont le travail est postérieur à celui-ci, pense que l'aspect granuleux ou réticulé du noyau signalé par Butschli ne correspond pas à la structure normale, mais à une modification d'ordre pathologique analogue à celle qu'il a lui-même rencontrée dans les cultures en mauvais état (1); on pourrait également attribuer à la même cause la présence des masses pseudo-nucléolaires vue chez l'*Euglena sanguinea* par Klebs.

Ces diverses interprétations s'éloignaient sensiblement de la réalité, ainsi que nous allons le démontrer.

A) *Structure du noyau.*

Le noyau occupe, chez un grand nombre d'Euglènes, une position voisine du centre de la cellule (*Euglena sanguinea*, *E. splendens*, *E. geniculata*, *E. granulata*, *E. deses*, *E. spirogyra*, etc.); il est quelquefois postérieur (*Euglena viridis*); si la disposition des chloroleucites se modifie, le noyau change lui-même de place (*Euglena viridis* v[té] *violacea*). Dans les *Phacus*, le noyau est postérieur; chez les *Trachelomonas*, il occupe le fond de la cellule ordinairement.

Il n'est question, ici, que du noyau à l'état de repos, car au moment de la division il se déplace ; il devient médian chez les *Phacus* et les *Trachelomonas* ; il se porte à la

(1) Keuten : *Loc. cit.*, p. 232, pl. XI, fig. 19-21.

partie antérieure du corps chez l'*Euglena deses*, l'*Astasia margaritifera*, etc.; dans l'*Euglena viridis*, il reste postérieur, sans doute à cause du chloroleucite central.

La grosseur du noyau est ordinairement en relation avec la grosseur même de la cellule : c'est ainsi qu'on trouve les plus gros noyaux dans l'*Euglena sanguinea*, l'*E. splendens*, l'*E. velata*, le *Phacus ovum*, tandis que les plus petits noyaux se rencontrent chez l'*Euglena pisciformis*, l'*E. gracilis*, le *Phacus pyrum*, le *Trachelomonas volvocina*, etc.; parfois, la grosseur du noyau est considérable par rapport au volume total de la cellule (*Euglena flava*). Il faut bien remarquer, d'ailleurs, que le diamètre du noyau, dans une même espèce, peut varier de moitié environ ; lorsque les cellules sont en division fréquente et rapide, le noyau conserve sa grosseur maximum ; mais si les divisions sont rares, le noyau se condense et diminue de volume dans de très fortes proportions.

Le noyau a le plus souvent une forme arrondie ou ovale (*Euglena viridis*, etc., *Phacus*, *Trachelomonas*, *Astasia*, *Entosiphon*); lorsque la cellule est gorgée de paramylon, sa surface éprouve quelquefois des déformations ; le contour du noyau devient anguleux (*E. sanguinea*, *E. splendens*, *E. sociabilis*, etc.). Plusieurs Euglènes à corps cylindrique filiforme ont des noyaux allongés en forme de biscuit (*Euglena deses*, *Euglena spirogyra*, etc.).

La structure du noyau des Eugléniens présente des difficultés d'interprétation très grandes : c'est ce qui explique les opinions différentes à son sujet de Butschli, de Klebs, de Keuten ; le premier y voit une structure granuleuse ou réticulée ; le second parle de fibrilles entremêlées ; le troisième de bâtonnets chromatiques radiaires.

La structure réticulée n'existe jamais dans le noyau sain des Euglènes; on ne la rencontre que dans certains noyaux hypertrophiés par l'action d'un parasite ; il s'agit d'une maladie d'origine microbienne à laquelle nous avons

donné le nom de Caryophysème des Eugléniens; de là provient sans doute l'erreur de Butschli.

Nous indiquerons tout d'abord sous quelles apparences le noyau se présente lorsqu'il est étudié au moyen des réactifs colorants; nous verrons ensuite quelle est l'interprétation qu'il faut leur donner.

Si nous prenons le noyau de l'*Entosiphon sulcatum*, nous voyons qu'il est limité par une membrane épaisse et chromatique; il renferme une masse centrale d'apparence homogène, que l'on serait d'autant plus porté à considérer comme un nucléole qu'elle est séparée de la membrane par un intervalle incolore; il semblerait donc que ce noyau appartienne au type vésiculeux. Cela, il faut bien l'avouer, a été notre première impression; nous avions cependant observé, dans une coloration progressive au moyen de glycérine picro-carminatée, que le centre de la masse se colorait un peu plus fortement que le reste; mais, comme les autres réactifs ne laissaient voir qu'un ensemble chromatique sensiblement homogène, il a fallu l'étude de la division pour nous remettre dans le droit chemin; nous avons reconnu alors qu'au centre de la masse nucléaire, il existait, même dans le noyau à l'état de repos, un nucléole. Le noyau de l'*Entosiphon sulcatum* comprend donc une *membrane nucléaire*, du *nucléoplasme* et un *nucléole*, le tout très chromatique.

Dans l'*Entosiphon sulcatum*, le nucléoplasme paraît homogène ; nous retrouvons cet aspect dans beaucoup de noyaux, principalement ceux qui sont à l'état condensé entre deux divisions éloignées ; elle est alors associée dans les mêmes espèces à la structure pseudogranuleuse; celle-ci apparaît au moment des divisions, alors que le volume du noyau augmente; elle persiste même dans l'intervalle des divisions, lorsque celles-ci sont fréquentes.

Dans cette structure pseudogranuleuse, le noyau a tout l'air de contenir de véritables granulations chromatiques ;

quelques-unes sont allongées en bâtonnets. Keuten a été trompé par cette fausse apparence ; il a considéré ces formations comme des chromosomes et s'est trouvé entraîné de la sorte dans une suite d'erreurs. Nous ne saurions d'ailleurs lui en faire le moindre reproche, car nous avons écrit d'abord toute la première partie de ce travail en adoptant cette manière de voir ; cependant nous n'avions pas la satisfaction que procure un résultat simple et définitif ; ces pseudogranulations sont en effet en nombre très variable dans une même espèce ; certains noyaux n'en montrent qu'un seul rang ; quelques-uns en présentent trois ou quatre rangs entre le nucléole et la surface ; d'autre part, il n'était pas facile d'expliquer pourquoi la forme bâtonnet était rare, alors qu'elle aurait dû être générale; enfin dans l'hypothèse de chromosomes, il fallait soit admettre une fusion de chromomères, soit une variabilité excessive dans le nombre des chromosomes.

N'étant pas satisfait de l'une ou l'autre conclusion, nous recommencions, et toujours sans succès, des essais de coloration, quand dernièrement, ayant dilacéré des cellules sous le microscope, nous avons eu la chance de tomber sur un noyau séparé en deux ; les moitiés étaient assez écartées l'une de l'autre et réunies par les replis lâches d'un mince cordon. Dès lors, nous avions l'explication tant cherchée : *la masse nucléaire n'est autre chose qu'un peloton formé par l'enroulement en divers sens d'un simple cordon* ; il nous fut facile ensuite de voir que l'apparence granuleuse ou fibrillaire est uniquement due à la façon dont sont entremêlés les replis du spirème, ou *chromospires* (de χρῶμα, couleur, et de σπεῖρα, repli), comme nous les appellerons. Nous n'hésitons pas à dire que ce cordon existe même avec la structure du noyau dite homogène ; si l'on examine un peloton de fil à quelque distance, nous n'apercevrons aucun détail ; il ne faut donc pas s'étonner que la masse nucléaire n'offre dans certains cas aucune

différenciation apparente ; ce qui nous engage à admettre la persistance du spirème dans le noyau à l'état de repos, c'est l'action différente des réactifs ; avec les mêmes échantillons, la quantité des noyaux montrant les chromospires est très variable selon la réussite de la coloration et selon la nature des colorants.

Nous en arrivons par cette transition à considérer que certains noyaux qui paraissent homogènes même pendant la division, sont en réalité constitués comme les autres ; on les rencontre assez rarement d'ailleurs (*Euglena sanguinea*, *Euglena deses*, *Euglena spirogyra*, *Phacus pleuronectes*). Dans ces espèces, le nucléoplasme se colore uniformément le plus souvent ; cependant nous avons vu plusieurs fois, chez l'*Euglena sanguinea*, les chromospires attester leur existence sous forme d'un noyau finement granuleux ; l'*Euglena deses* a montré aussi quelques traces du spirème.

Chez les autres espèces que nous avons étudiées, les chromospires sont nettement visibles, au moins pendant la division nucléaire et souvent dans les noyaux ordinaires.

Le nucléole est unique dans un très grand nombre d'espèces; il est entouré au contact par le nucléoplasme ou en est séparé par un intervalle plus ou moins large ; sa grosseur varie dans d'assez fortes proportions ; la substance qui le constitue est homogène et très chromatophile ; son existence est absolument générale. Lorsqu'il est fragmenté (*Euglena sanguinea*, *E. splendens*, *E. polymorpha*, *E. spirogyra*, etc.), le nombre des sphérules indépendantes est ordinairement de deux ou trois ; chez l'*Euglena sanguinea*, il peut atteindre une trentaine ; la fragmentation n'est pas un phenomène constant, car même dans l'*Euglena sanguinea*, il existe parfois un gros nucléole unique.

B) *La division nucléaire.*

Nous avons vu que, selon Keuten, il existe dans le noyau des chromosomes qui se divisent longitudinalement avant d'être distribués aux noyaux-frères.

Ce n'est pas de cette façon que se produit la division du noyau chez les Eugléniens ; pour la comprendre, il suffit de se reporter à la structure du noyau à l'état de repos : il comprend un nucléole entouré par les replis d'un cordon chromatique ou spirème. Ce cordon n'est pas composé d'éléments chromatiques distincts ou *chromomères*, comme dans la division indirecte ordinaire ; la substance est homogène ; on n'aperçoit que ses replis diversement disposés.

Le noyau, en vue de la division, sauf quelques rares exceptions (*Euglena viridis*), se rapproche du centre de la cellule, s'il n'était déjà médian, ou bien se porte vers l'extrémité antérieure ; à ce moment, son volume a augmenté et les chromospires se voient sous la forme de simples granulations, de bâtonnets ou de fibrilles.

Nous allons suivre les divers stades de la division en prenant comme exemple l'*Euglena viridis* v[té] *violacea*.

On peut distinguer la *prophase* et l'*anaphase* ; chacune comprend deux périodes principales.

Prophase.

I. Le nucléole s'allonge en un bâtonnet qui atteint la surface nucléaire.

Le noyau prend un contour elliptique ; le nucléole central sphérique commence à s'étirer transversalement en bâtonnet ; les chromospires du spirème, placés d'abord plus ou moins obliquement par rapport à l'axe nucléolaire, tendent à prendre une position parallèle (T. fig. 52, D, E, F).

On peut à ce stade arriver à dérouler une partie du cordon (G, H). Le nucléole finit par atteindre à ses deux extrémités la surface nucléaire ; l'axe qu'il constitue au centre du noyau a un diamètre sensiblement égal en tous

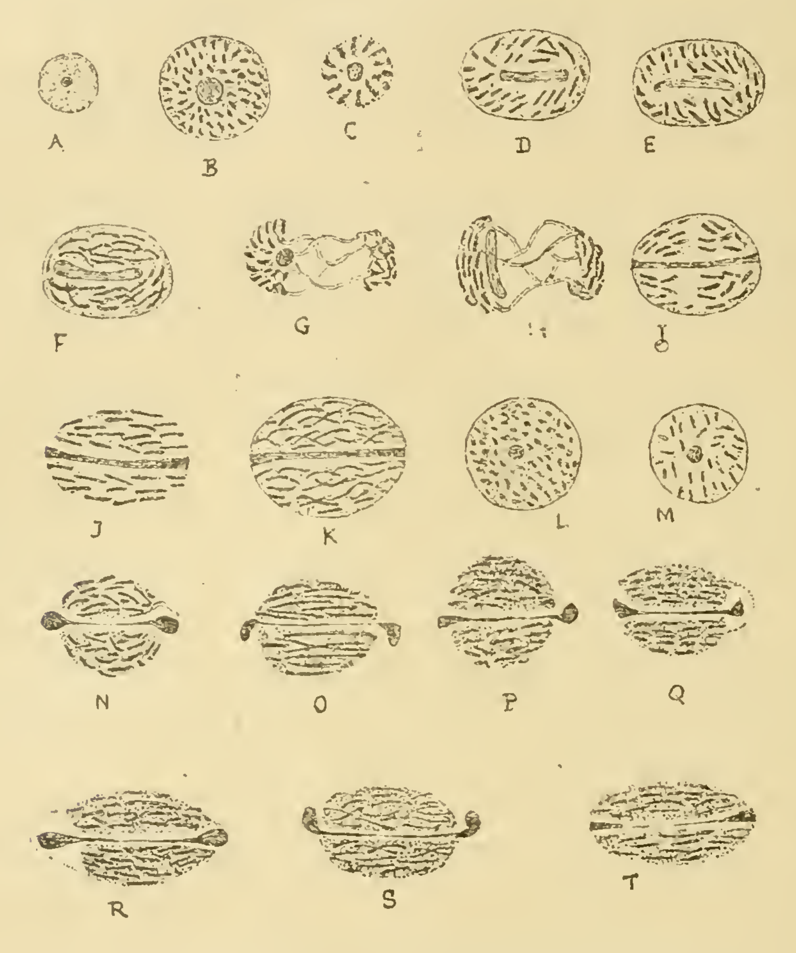


Fig. 52. — *Euglena viridis*, variété *violacea*. Haplomitose

ses points ; les chromospires sont dirigées approximativement suivant le sens de l'axe (I, J, K) ; comme leur parallélisme n'est pas rigoureux, leur aspect est quelque peu différent au même stade selon le degré d'enchevêtrement.

Le nombre des chromospires est très élevé, mais variable avec les noyaux ; on s'en rend compte d'après les figures L, M, qui représentent au même stade deux noyaux vus par un des pôles ; les granulations ne sont

autre chose que la section transversale des replis du spirème.

II. Dans la seconde période, l'axe nucléolaire dépasse la surface ; il se renfle à ses deux extrémités, de façon variable ; dans ce mouvement il soulève les chromospires qui s'opposent à son passage (N), et comme nous n'avons pas vu ici de membrane nucléaire distincte, nous supposons qu'il pénètre directement dans le cytoplasme. Le peloton nucléaire ne suit pas immédiatement l'impulsion donnée; on dirait même qu'il subit parfois une sorte de contraction (P) ; puis il s'aplatit dans le sens de l'axe et arrive au niveau des deux renflements nucléolaires (R, T). Pendant ce stade, les chromospires conservent leur position (N, O, P, Q, R, S, T) ; quelquefois le parallélisme avec l'axe devient complet, et alors on peut les suivre d'une surface à l'autre (Q).

Anaphase.

I. L'axe nucléolaire est de nouveau au contact de la surface nucléaire, et il se produit un léger temps d'arrêt pendant lequel le peloton tend à se séparer en deux moitiés (T. fig. 53. A, B, C) ; les chromospires sont plus nettes aux pôles ; lorsque la séparation se produit au milieu, elles sont sensiblement toutes parallèles (D, E, F). Il s'agit bien d'une division transversale des parties du spirème qui continuaient à unir les deux moitiés ; ces cordons se séparent en effet, comme le fera plus tard l'axe nucléolaire. Il est bien évident que cette division transversale entraîne la fragmentation du spirème ; chaque segment devient un chromosome ; mais il est impossible de fixer leurs limites exactes, car s'ils ont leur bout libre du côté de l'équateur, on ne saurait dire d'une façon certaine s'il en est de même aux pôles.

Pendant cette période, le contour du noyau, d'elliptique

est devenu cylindrique; puis il présente un léger étranglement en son milieu (E, F).

II. Dans la seconde et dernière période, les chromosomes s'enchevêtrent de nouveau à chaque pôle ; l'axe nucléolaire continue son mouvement, entraînant avec lui chaque moitié du peloton ; son allongement est limité par

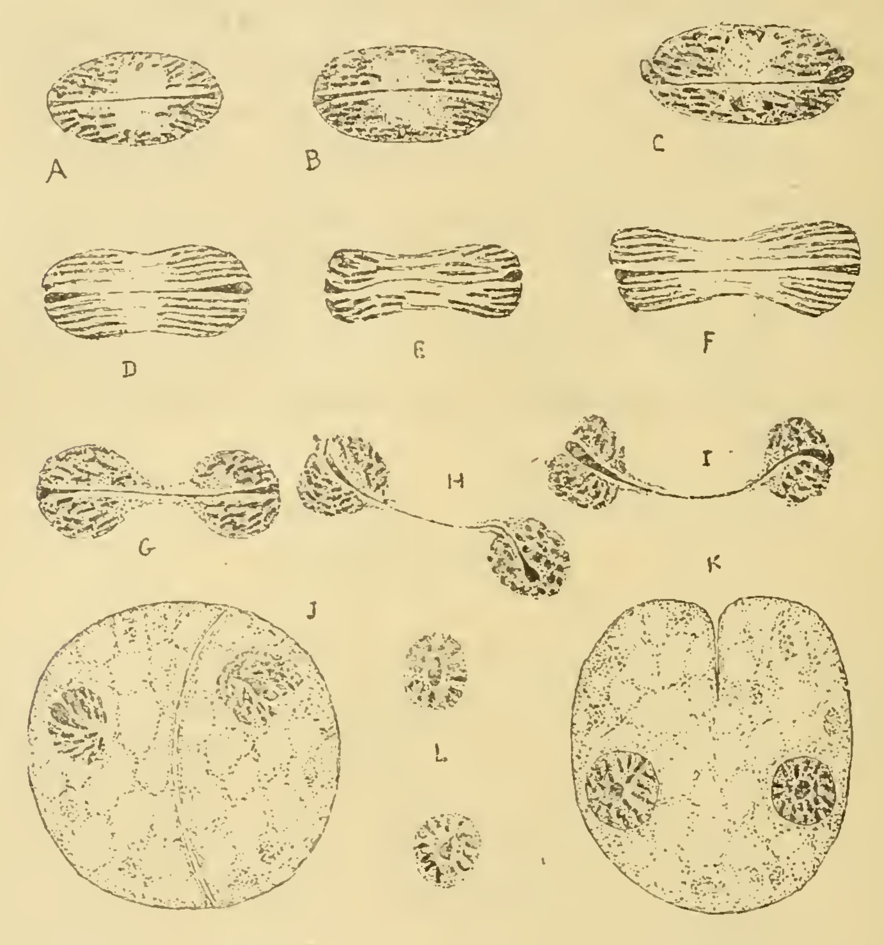


FIG. 53. — *Euglena viridis*, variété *violacea*. Haplomitose.

la surface de la cellule-mère ; il se rompt dans son milieu et la substance nucléolaire se condense dans chaque noyau-frère (G, H, I). Nous ignorons comment a lieu dans ces noyaux l'union des chromosomes en un nouveau spirème ; tout ce que nous pouvons dire, c'est que les chromospires sont placées de façon variable et que leur nombre est également très différent selon les noyaux (J, K, L).

Le noyau de tous les Eugléniens se divise suivant le schéma que nous venons d'établir : pour la plupart d'entre eux, nous n'avons même aucune remarque particulière à faire (*Euglena viridis*, *Euglena flava*, *Euglena splendens*, *Trachelomonas volvocina*, *T. lagenella*, *Phacus ovum*, *Phacus pyrum*, etc.) : le nombre et la disposition des chromospires varient simplement avec la grosseur du noyau.

Dans les espèces à nucléole fragmenté, les divers amas chromatiques s'unissent ordinairement en un nucléole unique au moment de la division et l'axe nucléolaire reste simple ; mais parfois ils restent plus ou moins distincts, de sorte que l'axe est formé d'un plus ou moins grand nombre de rubans (*Euglena sanguinea*).

Lorsque le nucléoplasme s'est montré homogène, même pendant la division (*Euglena sanguinea*, *E. deses*, *Entosiphon sulcatum*), nous avons des raisons sérieuses de croire qu'il existe néanmoins un spirème et des chromospires, puisque nous avons parfois réussi à apercevoir une structure fibrillaire très nette.

La question de la présence d'une membrane n'a aucune importance : en effet, chez l'*Entosiphon sulcatum*, il existe une membrane nucléaire épaisse et chromatique; elle reste visible pendant toute la durée de la division, aussi bien que sur le noyau à l'état de repos. Par contre, chez la pluplart des Eugléniens, bien que le contour du noyau soit net, on ne distingue pas de membrane appréciable. Cependant, la marche générale de la division est la même dans les deux cas.

On ne saurait faire, chez les Eugléniens, une distinction absolue entre le protoplasme achromatique dans lequel sont plongés les chromospires et celui du spirème lui-même : l'enchevêtrement du peloton est tel que la quantité de substance unissante paraît être très faible dans la plupart des cas.

Nous devons indiquer maintenant les conséquences qui découlent de ces recherches sur le noyau des Eugléniens et sur son mode de division : elles ont une portée générale sur laquelle il n'est pas inutile d'insister.

Dans nos précédents travaux, nous avons montré que la mitose existe chez les Chlamydomonadinées, les Volvocinées, les Vampyrelles et une amibe (1), elle présente les mêmes caractères que chez les Métaphytes et les Métazoaires.

On ne saurait confondre avec cette mitose la division du noyau des Eugléniens ; cette dernière est la plus simple ; la différence essentielle consiste dans la manière d'être du spirème : dans la karyokinèse, il se dédouble ; la division des chromosomes est longitudinale : chez les Eugléniens le cordon reste simple ; la séparation des deux moitiés du peloton a lieu par rupture transversale des chromospires. Il devient nécessaire d'établir une distinction entre ces deux modes de division.

Le schéma donné par Remak en 1855 et 1858 de la division du noyau fut accepté très longtemps par les histologistes ; ce n'est qu'à partir de 1873 environ que, grâce aux travaux de Schneider, de Butschli, de Fol, de Strasburger, de Van Beneden, de Flemming, d'Hertwig, on arriva à une conception plus nette du phénomène ; on décrivit une série de modifications et de transformations auxquelles Schleicher appliqua, en 1878, le nom de *Karyokinèse*. Van Beneden en 1876 reconnut l'existence de deux types différents, l'un très simple, correspondant au schéma de Remack, l'autre très compliqué, comprenant l'ensemble de la karyokinèse; il appela le premier *fragmentation* et réserve le nom de *division* au second. Trois ans plus tard, Flemming substitue à ces termes ceux de *division directe* et *division indirecte* ; enfin, en 1882, le même savant pro-

(1) Le Botaniste, séries VI-VII.

pose les noms de *mitose*, ayant pour synonymes *karyokinèse*, *division indirecte*, et celui d'*amitose*, ayant pour synonymes *division directe*, *fragmentation* (1).

L'expression de *mitose*, qui vient de μιτος, filament, est souvent employée par les histologistes, concurremment avec celle de *karyokinèse* ou cinèse.

Maintenant qu'une nouvelle distinction s'impose dans le mode de division du noyau, nous avons dû chercher comment la désigner ; il nous a paru que le mot de mitose pouvait être conservé avec avantage, à condition de lui adjoindre un qualificatif: c'est ainsi que nous proposons de désigner la division nucléaire des Eugléniens sous le nom d'*haplomitose* (de ἁπλους simple), et la karyokinèse proprement dite, qui représente le dernier terme de complication, sous le nom de *téléomitose* (de τέλεος dernier).

Nous aurons ainsi trois types principaux de division nucléaire : l'*amitose*, l'*haplomitose* et la *téléomitose* ; la mitose des Eugléniens est une *haplomitose* ; celle des Chlamydomonadinées est une *téléomitose* ; le qualificatif ne sera employé que lorsqu'il s'agira de caractériser l'ensemble du phénomène (2).

Examinons maintenant la répartition dans le règne végétal et le règne animal de ces trois types.

I. L'amitose ou division directe devrait être le mode de division le mieux connu ; il s'agit d'une simple fragmentation du noyau et du nucléole s'il existe, en l'absence de spirème ; c'est le schéma de Remack. Il existe une amitose par cloisonnement et une amitose par étirement ; la première a été rencontrée par nous dans le *Sappinïa pedata*, et la seconde a été décrite par Schultze dans l'*Amœba polypodia*.

(1) Wilson : *The Cell*, p. 64.

(2) Un certain nombre d'histolologistes emploient l'expression de cinèse, comme synonyme de mitose : ils pourront faire la distinction en *haplocinèse* et *téléocinèse*.

Mais il existe une foule de cas où l'amitose a été constatée, existant concurremment avec la téléomitose : sa signification biologique est loin d'être encore élucidée (1) ; il est à prévoir même qu'un certain nombre des exemples d'amitose fournis jusqu'ici représentent une véritable division haplomitotique.

Le groupe des Amibes est réellement bien intéressant à cet égard ; on y retrouve l'origine des divers modes de division nucléaire, ainsi que nous l'avons déjà constaté.

L'*amitose* par étirement se produit dans l'*Amœba polypodia*, d'après Schultze.

L'*amitose* par cloisonnement existe chez l'*Amœba proteus*, d'après Grüber, et dans le *Sappinia pedata*, selon nos propres observations.

La *téléomitose* se rencontre chez l'*Amœba binucleata* (Schaudinn) et chez l'*Amœba hyalina* (Dangeard).

Nous ne serions même pas surpris que la division du noyau de l'*Amœba cristalligera*, considérée par Schaudinn comme une amitose, fût en réalité une *haplomitose*.

« Ces essais, ces tâtonnements que nous ne trouvons nulle part ailleurs, nous indiquent que l'évolution s'est exercée ici de façon toute spéciale et que le groupe des Amibes est la souche d'où partent de nombreux rameaux. Il devient évident que le noyau a subi de bonne heure dans son mode de division une série de modifications et de perfectionnements étroitement liés aux progrès d'ordre morphologique et physiologique ; il sera intéressant de montrer que cette évolution correspond dans ses grandes lignes aux principaux groupes primaires animaux et végétaux (2). »

Aujourd'hui, nous remplissons une partie de cette

(1) Wilson : *The Cell*, *loc. cit.*, p. 114.

(2) P.-A. Dangeard : *Etude de la Karyokinèse chez l'Amœba hyalina*. (Le Botaniste, 7[e] série, p. 82.)

tâche; nous ne savons pas encore, il est vrai, dans quelle mesure l'amitose a persisté chez les organismes inférieurs et supérieurs. On a souvent décrit des divisions directes : elles auraient besoin d'être contrôlées à nouveau. C'est ainsi que Butschli considérait comme directe la division du noyau chez l'*Entosiphon sulcatum* ; nous avons vu qu'il s'agissait d'*haplomitose* ; le cas ne doit pas être isolé.

Si l'amitose reste encore entourée d'obscurité, on peut juger dès maintenant de l'importance acquise par l'*haplomitose*.

II. Dans l'*haplomitose*, le noyau renferme un cordon ou spirème, enroulé autour d'un nucléole ; il est recouvert ou non d'une membrane. Le nucléole s'allonge, formant l'axe de division ; la masse nucléaire suit le mouvement et son contour devient elliptique ; en même temps, les replis du spirème ou *chromospires* tendent à se placer parallèlement à l'axe du nucléole ; celui-ci est renflé à ses deux extrémités. Les *chromospires* se divisent transversalement suivant le plan équatorial, séparant ainsi les deux moitiés du spirème. Le nucléole, continuant de s'allonger, entraîne avec lui chaque moitié du peloton ; il finit par se rompre en son milieu ; le spirème s'enroule à nouveau autour de la substance nucléolaire qui, regagnant l'intérieur du noyau, forme bientôt dans chaque noyau frère un nucléole arrondi.

L'*haplomitose* est le seul mode de division nucléaire qui existe chez les Eugléniens, ainsi que nous l'avons démontré dans ce travail ; mais on doit se demander si les mitoses décrites chez certains organismes inférieurs ne seraient pas susceptibles de rentrer dans ce groupe.

Tout d'abord, nous trouvons les mitoses du macronucleus et du micronucleus des Infusoires décrites par R. Hertwig (1) ; le rôle du nucléole n'est pas établi d'une façon

(1) Consulter Wilson : *Loc. cit.*, p. 89, fig. 38.

aussi nette que chez les Eugléniens ; mais l'ensemble de la division rappelle de près ce que nous avons observé et décrit ici : en particulier il se produit, selon R. Hertwig, une division transversale des chromosomes, suivant le plan équatorial du fuseau ; nous rangeons donc, sans hésitation, ces divisions nucléaires dans l'haplomitose.

Les quelques observations que nous avons faites sur le gros noyau d'un *Podophyra* indiquent aussi l'existence de l'haplomitose dans la famille des Acinétiens ; le nucléoplasme a une structure pseudogranuleuse exactement semblable à celle du noyau des Eugléniens ; au centre se trouve un gros nucléole, qui au moment de la division forme un axe s'étendant jusqu'à la surface nucléaire ; les chromospires deviennent visibles ; le noyau s'allonge alors en un long biscuit courbé en arc ou replié sur lui-même ; on voit toujours au centre l'axe nucléolaire et les chromospires parallèles à cet axe. Nous n'avons pas vu malheureusement le dernier stade de la division, mais il est dès maintenant presque certain que la division nucléaire des Acinétiens est une haplomitose.

Nous en dirons autant de la mitose décrite par Lauterborn dans le *Ceratium hirundinella* ; d'après cet auteur, le noyau au repos a une structure réticulée lacuneuse ; mais nous nous sommes assuré, en suivant la division de Péridiniens incolores (*Gymnodinium* sp.), que le nucléoplasme, qui semble fréquemment homogène, montre avec de bonnes colorations la structure pseudo-granuleuse du noyau des Eugléniens. La disposition des chromosomes parallèle à l'axe dans le *Ceratium hirundinella*, leur division transversale, tout indique nettement une haplomitose; cependant, dans cette espèce, le rôle du nucléole est moins important que chez les Eugléniens ; d'abord situé à la surface du noyau, il pénètre dans la masse nucléaire au moment de la division ; mais il ne forme jamais d'axe pro-

prement dit (1). Nos observations sur les *Gymnodiniums*, qui devront faire plus tard l'objet d'un mémoire spécial. montrent un autre aspect du nucléole ; la substance nucléolaire est très abondante ; elle est condensée en deux ou trois gros amas superficiels ; lorsqu'il n'en existe que deux, ils sont parfois réunis par un trabécule qui traverse l'intérieur du nucléoplasme ; le nucléole est parfois unique et allongé en massue à la surface du noyau. Nous avons rencontré quelques noyaux à la métaphase, avec chromospires parallèles à l'axe de division et deux ou trois bâtonnets nucléolaires placés de la même façon.

La mitose des Péridiniens est une haplomitose dans laquelle le nucléole affecte une disposition particulière et variable.

Nous ne pouvons nous empêcher d'être frappé par le fait que tous les groupes qui possèdent l'haplomitose (Eugléniens, Infusoires ciliés et Acinétiens, Péridiniens) n'ont eu qu'une évolution limitée ; ils se terminent en cul-de-sac n'ayant pas pris part à la différenciation des Métaphytes et des Métazoaires.

Il nous semble même que la division nucléaire des Diatomées (2) aurait besoin d'être étudiée à nouveau ; elle ressemble sous plus d'un rapport à l'haplomitose, et il n'est peut-être pas absolument certain qu'elle comporte un dédoublement des chromosomes.

III. La *téléomitose* est une division nucléaire perfectionnée. Le noyau renferme un *spirème* composé de disques chromatiques ou *chromomères*. Si cette différenciation semble exister aussi quelquefois dans l'haplomitose, par exemple chez les Infusoires ciliés, il en est une autre qui caractérise la téléomitose ; le spirème dans cette der-

(1) Lauterborn : *Kern und Zelltheilung von Ceratium hirundinella* (Zeitsch. f. wiss. Zool. ; Bd. 59, 1895, p. 167).

(2) Lauterborn : *Unt. uber Bau, Kernth. und Beweg. der Diatomeen*, Leipzig, 1896.

nière se dédouble dans le sens de la longueur. Cette différence a une conséquence importante ; dans l'haplomitose, les noyaux frères reçoivent des parties différentes du cordon et sans doute plus ou moins inégales ; dans la téléomitose, chaque noyau frère reçoit une des moitiés du cordon dédoublé. On conçoit que si le cordon conservait sa longueur, la séparation serait presque impossible ; aussi observe-t-on une contraction de ce spirème et une fragmentation en chromosomes : ceux-ci se groupent dans le plan médian du fuseau et forment la plaque équatoriale : chaque chromosome est en réalité double par son origine ; ses deux moitiés s'écartent et se rendent au pôle correspondant. Les chromosomes alors reforment un spirème pour chaque noyau frère.

Nous n'avons pas parlé des centrosomes et des fils achromatiques du fuseau, parce que ce sont là des détails accessoires susceptibles de présenter des variations considérables ou de manquer tout à fait ; nous avons vu qu'il en était de même du nucléole dans l'haplomitose.

La différence essentielle entre les deux sortes de mitose est celle-ci :

Dans l'haplomitose, le spirème se sépare en deux moitiés forcément plus ou moins inégales ; les noyaux frères reçoivent des parties différentes du spirème.

Dans la téléomitose, le spirème se dédouble suivant le sens de la longueur ; chaque noyau frère en reçoit une moitié égale à la seconde et identique comme propriétés.

Nous constaterons maintenant que la téléomitose est le mode normal de division nucléaire chez les Métaphytes et les Métazoaires ; nous ajouterons que les organismes inférieurs qui comme les Chlamydomonadinées et les Volvocinées possèdent la téléomitose ont à d'autres points de vue été considérés comme la souche des organismes supérieurs.

CHAPITRE V

LES AFFINITÉS DES EUGLÉNIENS

Nous avons deux choses distinctes à considérer : d'une part *la délimitation du groupe* ; d'autre part, *sa place dans la classification.*

A) *Délimitation du groupe.*

Nos observations ont prouvé l'importance du mode de division nucléaire, lorsqu'il s'agit de déterminer les affinités des principaux groupes primaires d'organismes inférieurs ; c'est là un résultat assez inattendu. On peut cependant déjà prévoir qu'avec son aide, on arrivera à fixer avec une certitude presque mathématique, l'origine, l'évolution et la destinée des rameaux et ramuscules qui divergent à partir d'une source commune.

Après avoir montré que le schéma de Blochmann et de Keuten était inexact, nous avons caractérisé sous le nom d'*haplomitose* une division nucléaire dans laquelle le spirème ne subit pas de dédoublement longitudinal : l'haplomitose se rencontre chez les Infusoires ciliés, les Péridiniens, les Eugléniens, etc. ; mais dans chacune de ces grandes familles, l'haplomitose présente des différences qui permettent d'établir plusieurs types facilement reconnaissables. D'un autre côté, toute une catégorie d'organismes inférieurs possède des noyaux qui se

divisent en dédoublant leurs chromosomes dans le sens longitudinal : il s'agit alors de *téléomitose.*

Nos connaissances sur l'histologie des organismes inférieurs sont actuellement suffisantes pour prévoir qu'on ne pourra réunir ensemble désormais des espèces dont les unes ont des noyaux se divisant par *haplomitose*, alors que les autres ont une division nucléaire *téléomitotique.*

Cette première constatation nous fait voir qu'on ne doit effectuer aucun rapprochement entre les Chlamydomonadinées, par exemple, et les Eugléniens.

La confusion d'ailleurs ne s'est guère produite qu'au début des études microscopiques : c'est ainsi que nous voyons Ehrenberg placer dans ses *Astasiæ* les *Chlorogonium* avec les genres *Astasia*, *Euglena*, *Amblyophis*, *Colacium* et *Distigma* (1).

Si Dujardin n'a pas compris le genre *Chlorogonium* au voisinage des *Euglena*, c'est, il est vrai, parce qu'il ne le connaissait pas ; en effet, il place les *Diselmis* qui sont nos *Chlamydomonas* actuels dans ses Thécamonadiens avec les genres *Trachelomonas*, *Cryptomonas*, *Phacus*, *Crumenula*, *Ploeotia*, *Anisonema*, *Oxyrrhis* (2).

On sait que Dujardin réunissait dans une seconde famille, — celle des Eugléniens, — les *Peranema*, *Astasia*, *Euglena*, *Zygoselmis*, *Heteronema*, *Polyselmis.*

Le genre *Chlorogonium* est encore maintenu par Perty au voisinage de l'*Eutreptia viridis* et des *Astasia*, alors que les *Phacotus* sont rangés avec le genre *Phacus* parmi les *Chryptomonadina* (3).

Avec Stein, la classification s'améliore ; le genre *Phacotus* est rapproché des *Chlamydomonas* ; mais le genre *Chlorogonium* s'attarde encore dans les *Hydromorina* ;

(1) Ehrenberg : *Loc. cit.*
(2) Dujardin : *Loc. cit.*, p. 327.
(3) Perty : *Loc. cit.*, p. 168.

Stein divise les Flagellés en un certain nombre de familles: c'est ainsi qu'il faut rechercher les Eugléniens actuels parmi les *Chloropeltidea*, les *Euglenida*, les *Astasiaea*, les *Scytomonadina* (1).

Deux savants vont entreprendre la tâche ardue d'établir de grandes subdivisions.

Le premier, Butschli a le tort d'accorder trop d'importance pour la constitution de ses sous-ordres au nombre et à la disposition des flagellums; on a ansi les *Monadina*, les *Euglenoidina*, les *Heteromastigoda*, les *Isomastigoda* et les *Phytomastigoda*. Malheureusement, avec cette méthode, les affinités des genres entre eux sont souvent sacrifiées ; nous trouvons parmi les *Euglenoidina* les *Coelomonas*, les *Vacuolaria*, les *Microglena*, les *Chromulina* (2) ; par contre, les *Anisonema* et les *Entosiphon* sont reportés dans un autre sous-ordre, celui des *Heteromastigoda*.

Klebs a été beaucoup plus heureux dans ses tentatives de classification : il conserve les *Euglenoidina* de Bustchli, mais il en retranche certains genres et en ajoute d'autres; l'ensemble est réparti dans trois familles : *Euglenida*, *Astasiida*, *Peranemida* (3) ; dans la première famille, la nutrition est le plus souvent holophytique ; elle est saprophytique dans la seconde ; quant aux *Peranemida*, ils possèdent la nutrition animale.

Dans les *Euglenida*, Klebs rapproche avec raison les *Phacus* et les *Trachelomonas* des *Euglena,* alors que ses prédécesseurs éloignaient ces genres dans des familles différentes.

Senn a suivi les idées de Klebs, en changeant quelque peu les dénominations : ses *Eugleninæ* se divisent en *Euglenaceæ*, *Astasiaceæ*, *Peranemaceæ* (4).

(1) Stein : *Loc. cit.*, p. x de l'Introduction.
(2) Butschli : *Loc. cit.*, p. 819.
(3) Klebs : *Loc. cit.*, II, p. 353.
(4) Senn : *Loc. cit.*, p. 174.

La méthode de Klebs est bien préférable à celle de Butschli : Dujardin avait eu l'idée géniale de se servir de la présence des flagellums pour établir à côté des Rhizopodes l'embranchement des Flagellés ; mais il ne faut pas aller trop loin dans cette voie ; les caractères tirés du nombre des flagellums, de leur longueur, de leur disposition, ne peuvent servir tout au plus qu'à la distinction des genres ; cela se comprend d'ailleurs facilement. Les flagellums sont des organes qui tirent leur origine des pseudopodes ; leur nombre a d'abord été variable comme dans ces derniers ; on peut dire la même chose de leur disposition ; de plus, ils ne se transmettent pas d'une espèce à l'autre par division ; on les voit naître à chaque génération par nouvelle formation. Ce ne sont pas là des conditions bien favorables à une fixité de l'organe au cours de l'évolution ; plus tard, il est vrai, l'appareil locomoteur est devenu d'organisation plus stable, comme chez les spermatozoïdes des Métaphytes et des Métazoaires ; cela tient à l'apparition de nouvelles différenciations, blépharoplastes, rhizoplastes et condyles, dont quelques-unes tout au moins arrivaient à se transmettre d'une cellule à l'autre par bipartition.

Klebs utilise pour classer les espèces la connaissance approfondie qu'il a du développement et de la structure ; encore devait-on se demander dans quelle mesure il avait réussi à rapprocher les espèces selon leurs affinités.

Pour trancher la question, l'étude du mode de division nucléaire est sans contredit d'une grande valeur. Le noyau est un organe indispensable à la vie de la cellule : il se transmet d'une génération à l'autre par division ; sa structure présente ainsi une grande fixité ; la division s'effectue d'après une marche uniforme. On est ainsi amené à conclure que s'il existe dans un groupe un mode de division nucléaire particulier, il est infiniment probable que nous

le retrouverons au début de ce groupe et dans la lignée qui provient de son évolution.

Puisque l'haplomitose est le mode de division nucléaire des Eugléniens, nous devons nous servir de ce caractère pour la délimitation du groupe et pour la recherche de son origine et de son évolution.

Si nous examinons tout d'abord les *Euglenæ*, nous voyons que pour les trois genres les plus importants, *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*, l'*haplomitose* a été suivie en détail pour un grand nombre d'espèces ; les autres genres de cette famille, à l'exception toutefois des *Cryptoglena*, ont une organisation si voisine de celle des Euglènes que leurs affinités ne sauraient faire l'objet du moindre doute.

Chez les *Astasiæ*, l'haplomitose a été vue dans le principal représentant de la famille : l'*Astasia margaritifera* ; elle existe sans aucun doute dans les formes voisines.

La difficulté était plus grande en ce qui concerne les *Peranemaceæ* ; nous avouons sincèrement que, pendant très longtemps, nous avons pensé que cette famille, telle qu'elle est comprise par Klebs et Senn, était hétérogène ; il nous semblait qu'un certain nombre de genres, en particulier les *Anisonemæ*, n'appartenaient pas au type Euglénien ; notre opinion se fortifiait du fait que Butschli avait décrit une division directe du noyau dans l'*Entosiphon sulcatum*.

Le hasard a voulu que nous puissions étudier cette espèce critique.

Or, le noyau de l'Entosiphon se divise par haplomitose, comme celui des autres Eugléniens ; la conséquence toute naturelle est qu'il faut conserver ce genre parmi les Euglenaceæ et avec lui, ceux dont l'organisation est analogue ou identique.

D'autres conclusions s'imposent. En effet, en nous appuyant sur l'étude du développement, nous avons émis

depuis longtemps l'idée que les Flagellés ont donné naissance d'une part aux champignons, par l'intermédiaire des Chytridinées, d'autre part aux Chlorophytes par l'intermédiaire des Chlamydomonadinées ; les Myxomycètes et les Sporozoaires ont une même origine. *On remarquera que, dans tous ces êtres, le noyau se divise par téléomitose.*

D'un autre côté, les Flagellés ont donné d'autres rameaux, en particulier les Eugléniens et les Péridiniens, sans doute aussi les Ciliés et les Acinétiens : *ici la division se fait par haplomitose.*

Nous aurons ainsi parmi les Flagellés les HAPLOMONADIENS et les TÉLÉOMONADIENS.

Les casiers sont prêts ; mais beaucoup sont vides, dans l'ignorance où nous sommes encore du mode de division du noyau, chez beaucoup de Flagellés.

Nous allons toutefois essayer de montrer l'importance de cette distinction.

Il semble résulter de cette constatation que les Flagellés comprennent deux séries parallèles, ayant évolué separément avec un mode de division nucléaire différent.

Prenons les *Cryptomonadineæ*; Butschli les place parmi les *Phytomastigoda*, avec les genres *Cyathomonas*, *Chilomonas*, *Cryptomonas* et *Oxyrrhis* (1) ; Klebs en fait une famille constituant avec les Chrysomonadinées la division des *Chloromonadina* (2); Senn les constitue en un embranchement spécial (3). Les affinités des *Cryptomonas* sont donc très obscures.

Je n'ai vu qu'une seule fois un état de division avancé du noyau chez le *Cryptomonas ovata* ; mais cela m'a produit l'effet d'une téléomitose ; que l'observation soit confirmée et les Cryptomonadinées viendront prendre place

(1) Butschli : *Loc. cit.*, p. 844.
(2) Klebs : *Loc. cit.*, p, 391.
(3) Senn : *Loc. cit.*, p. 167.

dans les Téléomonadiens, non loin des Chlamydomonadinées et peut-être tout près des Chrysomonadinées.

Un autre exemple est encore bien démonstratif : l'*Oxyrrhis marina*, dans la classification de Butschli, est au voisinage des *Cryptomonas*; Senn le range au milieu des *Protomastigineæ*.

Après avoir étudié cette espèce avec soin, nous pensons qu'elle a des affinités très étroites avec les Péridiniens à nutrition animale; si notre opinion est juste, le noyau doit se diviser par haplomitose, ce que nous chercherons à vérifier tôt ou tard.

Il est à noter que les différences secondaires qui existent dans l'haplomitose permettront de séparer les Proto-Péridiniens des Proto-Eugléniens.

Nous ignorons si la téléomitose des organismes inférieurs présentera des différences analogues pouvant servir à tracer plus sûrement l'arbre généalogique.

Il est encore une autre conséquence des faits que nous venons d'exposer sur la valeur de l'haplomitose et de la téléomitose en classification; les Haplomonadiens et les Téléomonadiens ont dû évoluer séparément sans contracter d'anastomoses.

On aura ainsi un grand nombre de modifications à faire au tableau dans lequel Klebs a essayé de résumer les affinités des Protozoaires et des Protophytes; en particulier, il faut dès maintenant supprimer le trait d'union qui réunit les *Volvocineæ* aux *Euglenoidina* (1).

Du moment qu'elle peut s'appliquer à la recherche des affinités réelles des groupes primaires, l'étude de la division nucléaire chez les organismes inférieurs présente un intérêt de premier ordre.

Attendons maintenant patiemment les résultats définitifs : le travail d'un seul ne pourrait suffire qu'à remplir

(1) Klebs : *Loc. cit.*, p. 428.

quelques-uns des casiers dont nous parlions tout à l'heure : il faut, pour l'achèvement du programme que nous avons tracé, le concours de nombreux collaborateurs.

B) *Place des Eugléniens dans la classification.*

On a beaucoup discuté pour savoir si les Eugléniens sont des animaux ou des végétaux, et nous avons vu déjà, au début de ce mémoire, combien les avis étaient partagés à ce sujet.

Il n'y a pas lieu de reprendre chaque opinion en particulier pour la discuter : les animaux-plantes de Perty n'ont plus qu'un intérêt historique : la striation d'une membrane ne sera jamais plus considérée comme l'indice d'affinités végétales ; peut-être la métabolie ou spasmodie, si souvent invoquée par Stein, en faveur de la nature animale des Eugléniens, offre-t-elle un point d'appui plus solide. On aurait tort cependant d'accorder une trop grande confiance à ce caractère, car la spasmodie n'est qu'une forme de mouvement et l'activité locomotrice est commune aux représentants inférieurs des deux règnes.

La question de la place des Eugléniens dans la classification fait partie d'un problème plus général : *celui de la distinction des animaux et des végétaux*, dont nous nous sommes occupé à diverses reprises.

On n'a pas su en général éviter deux écueils également dangereux; les uns ont cru inutile de séparer les organismes inférieurs en animaux et végétaux ; les *Phytozoïdia* de Perty, les Protistes d'Hæckel doivent leur origine à cette dernière conception; les autres ont voulu établir une distinction entre les deux règnes, en s'appuyant sur des caractères insignifiants, comme la présence ou l'absence d'une vésicule contractile, l'existence de stries sur la membrane, la durée du mouvement, etc.

Quelques savants, comme Nægeli, Cienkowski, Klebs, ont appuyé leur manière de voir sur l'étude du développement des espèces et la structure de la cellule : ils étaient dans la bonne voie ; leurs travaux ont fait progresser la science ; mais néanmoins, lorsqu'il s'est agi de fixer les affinités végétales ou animales d'un groupe critique comme celui des Eugléniens ou des Péridiniens, ces auteurs sont arrivés à des conclusions différentes.

Pour arriver à une solution satisfaisante du problème de la distinction des animaux et des végétaux, *il fallait pouvoir s'appuyer sur les idées d'évolution*; or, cette ressource a manqué à beaucoup de nos prédécesseurs.

Les idées d'évolution admises, on devait se préoccuper de savoir si les deux règnes avaient eu une origine séparée ou s'ils provenaient, au contraire, d'une source commune ; dans le premier cas, on aurait pu parler de distinction absolue ; dans le second, il ne pouvait être question que d'une distinction relative.

Les études de développement et les observations histologiques sur la structure de la cellule ont prouvé l'existence d'une unité biologique unique ayant mêmes propriétés générales dans les deux règnes. En réalité, il n'existe qu'un seul règne, le règne cellulaire, se subdivisant lui-même en deux sous-règnes, le règne animal et le règne végétal.

Les nombreux caractères communs que nous trouvons dans la cellule semblent indiquer un germe unique primitif ou plusieurs germes semblables, ce qui revient au même : il paraît inadmissible qu'il y ait eu à l'origine de la vie plusieurs types différents. En effet, par les études de développement, nous arrivons à relier étroitement les divers groupes entre eux ; par les études histologiques, nous savons que la téléomitose et l'haplomitose dérivent de l'amitose. En admettant plusieurs germes primitifs

différents, il *faudrait leur supposer des noyaux semblables*, ce qui est peu probable.

La distinction des animaux et des végétaux se trouve ainsi réduite à un essai de classification ordinaire.

Dans la formation de ce que l'on appelle avec raison groupements naturels, il existe en général un caractère prédominant, dont l'apparition au cours de l'évolution a entraîné l'acquisition de caractères secondaires qui donnent par leur ensemble une physionomie spéciale à chaque groupement.

Si nous recherchons quel est le caractère qui a influé sur le développement de la série animale et de la série végétale et a imprimé à chacun des êtres qui composent ces deux sous-règnes une structure spéciale, il est difficile de ne pas reconnaître immédiatement l'influence du *mode de nutrition*; l'organisation est en relation directe soit avec la nutrition animale, soit avec la nutrition végétale (1).

La nutrition est donc le caractère prédominant qui a présidé à l'évolution des deux séries parallèles; les autres différences que nous constatons sont secondaires; elles ne sont, pour la plupart, qu'une conséquence directe de la différenciation dans le mode d'ingestion des aliments et leur utilisation.

Ce principe admis, il est facile ensuite, lorsqu'on est familiarisé avec la connaissance des organismes inférieurs, de voir que la série végétale se greffe sur la série animale en divers endroits; il existe plusieurs points de contact et non un seul.

Certains auteurs ont pensé que l'apparition des végétaux avait dû précéder celle des animaux; la nutrition végétale leur paraît plus compatible que la nutrition ani-

(1) P.-A. Dangeard: *L'influence du mode de nutrition dans l'évolution de la plante* (Le Botaniste, 6e série).

male avec les conditions primitives de l'existence des premiers êtres organisés.

Ce n'est pas cependant la conclusion que l'on peut tirer d'une étude approfondie des divers groupes primaires.

En effet, on voit très bien comment, par exemple, les Chlamydomonadinées et, avec elles, les Chlorophytes se sont détachées des Flagellés, par l'intermédiaire du *Polytoma uvella*, en changeant leur mode de nutrition.

De même, on s'explique la naissance de la série incolore des Champignons, grâce au saprophytisme remplaçant la nutrition animale des Monadinées zoosporées.

Mais il est totalement impossible, selon nous, de changer le sens de la différenciation et de supposer les Flagellés issus des Chlamydomonadinées et les Chytridinées passées à l'état d'ancêtres des Monadinées zoosporées; on se heurte non seulement à des invraisemblances, mais à une impossibilité matérielle.

Nous pensons qu'on est justifié à admettre que la *série végétale dérive de la série animale.*

Nous avons dit, et la chose est incontestable, qu'il existe plusieurs points de contact entre les deux séries; nous avons ainsi *plusieurs rameaux qui se détachent des Protozoaires dans la direction végétale.*

Ces rameaux n'ont pas tous la même netteté à leur point de départ et leur destinée est différente.

Prenons la série incolore des Champignons ; elle débute assez brusquement avec les Chytridinées à nutrition superficielle; sa souche est constituée par les Monadinées zoosporées à nutrition animale, qui se relient elles-mêmes aux Vampyrelles. Les considérations histologiques viennent appuyer celles que nous avons tirées autrefois du développement. Le noyau des Vampyrelles se divise par téléomitose, ainsi que celui des Champignons ; nous prévoyons sans peine que la division nucléaire des Monadinées zoosporées est la même.

La série des Chlorophytes se sépare aussi brusquement des Flagellés avec les Chlamydomonadinées : elle a pour souche des Flagellés à division longitudinale ; le sporange du *Polytoma* est le résultat de plusieurs divisions successives, s'effectuant sans intervalle de repos. Ici encore, le noyau se divise par téléomitose.

C'est sans doute à la *téléomitose* et à l'*autophagie sexuelle* que les Champignons et les Algues doivent leur magnifique évolution ; si celle des Algues l'emporte beaucoup en étendue, c'est à cause de la nutrition holophytique.

Si nous n'avions que les deux groupes primaires des Chytridinées et des Chlamydomonadinées, la distinction des végétaux ne ferait l'objet, maintenant, d'aucune discussion sérieuse ; mais il est d'autres groupes à évolution limitée qui ont conservé avec les Flagellés des affinités telles qu'on hésite à les séparer.

Les principaux sont les Péridiniens, les Eugléniens et les Chrysomonadiens ; la base de chacun de ces groupes est occupée par des espèces à nutrition animale ; on se trouve donc en présence d'organismes proches parents, ayant un caractère animal ou végétal, selon la façon dont ils se nourrissent.

Cette anomalie n'est qu'apparente ; elle se rencontre à chaque instant en classification ; c'est une conséquence prévue des doctrines d'évolution. Prenons, en effet, la classe des Reptiles et celle des Oiseaux ; les découvertes paléontologiques ont montré que les oiseaux ont pris naissance aux dépens des reptiles ; quelques-uns de ceux-ci ont eu leurs membres antérieurs transformés en ailes. Le caractère prédominant de la différenciation des oiseaux est donc l'apparition des ailes ; *cette différenciation se fait sur des êtres ayant l'organisation reptilienne.* De même le changement du mode de nutrition entraîne une orientation dans la direction végétale : *ce changement a lieu sur de véritables Protozoaires.*

Nous dirons donc que les *Euglenineæ* constituent un ordre de Flagellé qui a émis un rameau dans la direction végétale.

Il sera fort intéressant de rechercher à quel moment s'arrête l'évolution des Eugléniens, Péridiniens, Chrysomonadiens; pour les deux premiers groupes, cette recherche sera facilitée par des considérations tirées de l'haplomitose; quant aux Chrysomonadiens, il faut attendre, pour émettre une opinion, que leur mode de division nucléaire soit connu.

LE CARYOPHYSÈME DES EUGLÉNIENS

PAR

P.-A. DANGEARD

Nous avons observé, dans le cours de nos recherches sur les Eugléniens, une épidémie qui s'est développée avec une grande intensité sur l'*Euglena deses*.

Dans cette maladie, le noyau subit une hypertrophie considérable ; son volume atteint presque les 2[3 du volume total de la cellule.

Ce n'est pas sans difficulté que nous avons réussi à déterminer la cause de cette altération ; les individus attaqués perdent leurs chloroleucites ; ils deviennent incolores ; leur cytoplasme renferme de nombreux granules rougeâtres ayant l'aspect de résidus ; la cellule continue ses mouvements pendant plusieurs semaines, mais elle ne se divise plus.

Le noyau de l'*Euglena deses* comprend une masse nucléaire, d'apparence homogène, allongée en forme de biscuit ; au centre, se trouve un nucléole unique ou fragmenté en plusieurs corpuscules distincts : ce noyau occupe le centre de la cellule.

Au début de la maladie, le nucléole est remplacé peu à peu par une vacuole à l'intérieur de laquelle on aperçoit des corpuscules dont il est à ce moment impossible

de préciser la nature; plus tard, la masse nucléaire devient réticulée; la chromatine est reléguée à la surface en calottes minces, irrégulières. Le noyau augmente alors de volume dans des proportions considérables; son intérieur est divisé en compartiments irréguliers par des trabécules de substance chromatique.

On arrive, avec de bonnes colorations, à voir que ces compartiments sont occupés par une agglomération de corpuscules sphériques, serrés étroitement les uns contre les autres; le noyau est rempli par une zooglée qui n'est pas sans analogie avec l'*Ascococcus Billrothii*.

Nous proposons de désigner cette bactérie parasite du noyau des Eugléniens sous le nom de *Caryococcus hypertrophicus*.

Ce parasite est intéressant à plusieurs points de vue que nous allons indiquer brièvement :

1° On ne connaissait pas jusqu'ici d'exemple de bactéries vivant exclusivement à l'intérieur du noyau cellulaire; peut-être rencontrera-t-on des cas analogues dans les cellules des organismes supérieurs, maintenant que l'attention est sollicitée de ce côté.

2° Le nombre des parasites nucléaires connus à l'heure actuelle est excessivement restreint. On a signalé un genre *Caryophagus* appartenant à la famille des Sporozoaires; le genre *Holospora*, parasite du noyau et du nucléole des infusoires, a des affinités douteuses : elles tiennent, selon Hafkine, des levures et des Schizomicètes, ce qui semble très problématique; le *Nucleophaga amœbæ*, qui vit à l'intérieur du noyau des amibes, a été décrit précédemment (1); c'est une chrytridinée.

3° Nous avons maintenant à notre disposition un nouveau moyen d'étudier l'influence du noyau sur la vie de

(1) P.-A. Dangeard : *Mémoires sur les parasites du noyau et du protoplasma* (Le Botaniste, 4e série, 6e fascicule).

la cellule ; après avoir montré que la *mérotomie* pouvait être remplacée avantageusement par la *caryophagie*, nous donnons aujourd'hui à cette nouvelle méthode un nouveau sujet d'observation. Constatons dès maintenant que l'envahissement progressif du noyau par le parasite n'empêche ni *la vie de la cellule*, ni *son activité locomotrice* ; *la nutrition holophytique cesse par destruction des chloroleucites* ; *mais la nutrition saprophytique continue* ; pour qu'une Euglène attaquée vive plusieurs semaines, et reste active pendant ce laps de temps, il est nécessaire que l'assimilation ne soit pas trop sensiblement ralentie ; les grains de paramylon qui représentent une substance de réserve ne disparaissent pas complètement ; jusqu'à la fin, on trouve plusieurs gros bâtonnets de cette substance localisés à la partie postérieure de l'Euglène ; la cellule naturellement est devenue incapable de se diviser.

Le genre *Euglena* est destiné probablement à servir de champ d'expériences aux recherches biologiques. En effet, pour l'étude des relations réciproques du cytoplasme et du noyau, on dispose actuellement de deux parasites des *Euglènes* : l'un se développe uniquement dans le cytoplasme, c'est le *Sphærita endogena* Dangeard ; l'autre envahit l'intérieur du noyau qu'il finit par remplacer : c'est le *Caryococcus hypertrophicus* que nous venons de décrire. Comme ces parasites ne sont pas rares, on pourra facilement varier les expériences et peut-être *les observer simultanément dans une même cellule.*

OUVRAGES REÇUS PAR LE " BOTANISTE "

Pendant la publication de la 8e série

Aderhold (Dr Rud) : Uber die sprüh-und Dürrfleckenkrankheiten [*Aus. d. bot. abt. d. vers. des König Pomologischen Instituts z. Proskau*, 1901].

Allen (Charles E.) : On the origine and nature of the middle Lamella [*Bot. Gazette*, vol. 32, n° 1. July, 1901].

Arnould (Louis) : Un pèlerinage au pays Messin. [Extrait de « *La Quinzaine* », *1er oct.* 1901].

Barker (B. T. P.) : A conjugating « Yeast » [*Philosop. Trans. of the Royal Soc.*, vol. 194, pp. 467-485, 1901].

— Sexual spore-formation among the Saccharomycètes, Sept. 1901. [*Ann. of Bot.*, vol. 15, no LX, déc. 1901].

— On spore-formation among the Saccharomycètes [*Reprint. from the Journal of the Federated Inst. of Brewing*, vol. 8, n° 1, January and February, 1902].

Baur (Dr E) : Die Anlage und Entwickelung einiger Flechtenapothecien [Sond. abd. aus « *Flora ad. allg. bot. zeitung* », 1901, 88, Bd. 3 Heft].

Bay (J. Christian) : Materials for a mongraph on Inuline [*Contributions from the Missouri Bot. Garden*, n° 1].

Beau (Dr Maurice) : Du Rôle de la rate dans les intoxications expérimentales [*Travail du Laboratoire de médecine expérimentale et de Bactériol.* 1901, Lyon].

Beille (Lucien) : Recherches sur le développement floral des Disciflores, Bordeaux, 1902.

— Sur l'organogénie florale des Disciflores (C. R., 17 juin 1901).

Benda (C.)) : Ueber neue Darstellungsmethoden der centralkörperchen [*Ver. d. phys. Gesells.* z. Berlin. Jahrg. 1900-1901, nos 1-2, 24 nov. 1900].

Billard (M. Armand) : De la stolonisation chez les Hydroïdes (C. R., 30 septembre 1901).

— De la scissiparité chez les Hydroïdes (C. R., 2 septembre 1901).

Bornet (Ed.) : Notice sur la vie et les travaux de M. G. A. Chatin (Société d'agricult. de France, séance du 23 janvier 1901).

Bouin (P.) : Mitoses spermatogénétiques chez Lithobius forficatus- L. — Etude sur les variations du processus mitosique [*XIII*e *congrès international de médecine,* Paris, 29 août 1900].

— Sur le développement précoce de filaments axiles dans les spermatocytes de premier ordre. [Extr. de la « *Bibliog. anatomique* », fasc. 3, 1901].

Bouygues (M.) : Sur l'origine et la différenciation des méristèmes vasculaires du pétiole [*Soc. Linn. de Bordeaux,* 6 mars 1901].

Bucheneau (Dr Fr.) : Index criticus Butomacearum Alismacearum Juncaginacearumque [*Sep. abd. aus d. Abhand. d. nat. ver. z. Bremen,* 1868].

— Karl Nöldeke [*Sond. aus d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells. Jahrg.* 1898, Band 16, Generalversammlungs-Heft].

— Marsippospermum Reicheï Fr. B., eine merkwürdige neue Iuncacee aus Patagonien [*Sond. aus d. Berichte d. deuts Bot. Gesells. Jahrg.* 1901, Band 19, Heft 3].

— Tabacks-Doppelblatt [*Sond. abd. aus abh. nat. ver. Brem.* 1900, Bd. 16, Heft 3].

— Kritisches verzeichniss aller bis jetzt beschriebenen Juncaceen nebst Diagnosen neuer Arten, Bremen, 1880.

— Ueber Einheitlichkeit der botanischen kunstausdrücke und abkürzungen [*Beilage z. Ost.* 1894 d. *Realschule beiny Doventhor z. Bremen*].

Bucholtz (Von F.) : Hypogaeen aus Russland [*Sond. aus « Hedwigia »,* Bd. XL, 1901].

Bujor (P.) : Sur l'organisation de la Vérétille. [Ext. des *Arch. de zool. expérimentale,* n° 4, 1901].

Buscalioni e Pollacci : Ulteriori ricerche sull'applicazione delle pellicole di collodio allo studio di alcuni processi fisiologici delle piante, etc. [Atti *dell' Ist Bot. dell' Università di Pavia,* nuova serie, vol. 7].

Byxbee (Sumner) : The Development of the karyokinetic spindle in the Pollen Mother-Cells of Lavetera [*Proceedings of the California acad. of sc. Bot.,* vol. 2, n° 2].

Campbell (Doublas Houghton) : On the affinities of certain anomalous Dicotyledons [Reprint from, *The American naturalis* vol. 36. n° 421, January, 1902].

Cardot (J.) : Mosses of the Azores and of Madeira [From *the Eighth ann. missouri Bot. Garden,* issued april, 14, 1897].

Celakovsky (L. J.) : Die Gliederung der Kaulome [*Bot. Zeitung,* 1901, Heft V-VI].

Conférences (Les) de laboratoire de l'Institut botanique [Extrait de

la Revue de l'Univ. de Bruxelles, t. IV, 1898-1899. Juin et Juillet ; t. VI, 1900-1901, nov. et déc. 1900].

Constantineanu (M. J. C.) : Contributions à la Flore mycologique de la Roumanie [Extrait de *la Revue générale de bot.*, t. XIII, p, 369, 1901].

Cuénot (L.) : Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines [Extrait des *Arch. de biolog.*, t. XVII, 1900].

Czapek (M. F.) : Sur quelques substances aromatiques contenues dans les membranes cellulaires des plantes (Congrès international de botanique à l'exposition univ. de 1900) [Ext. du *Compte rendu*, pp. 14-18].

Daveau (J.) : Les échanges entre les grandes collections botaniques [*Univ. Montpellier, Inst. de bot.*, 30 nov. 1900].

Davis (Bradley, Moore) : Nuclear Studies on Pellia [*Ann. of Bot.* vol. 15, n° LVII, march. 1901].

Duboscq (O.) : Sur l'évolution du testicule de la sacculine [Extr. des *Arch. zool. expérimentale.* Notes et Revue, n° 2, 1901].

Duggar (B. M.) : Physiological studies with reference to the germination of certain Fungous spores [*Reprinted from the Bot. Gazette*, vol. 31. January, 1901].

— The sterile Fungus Rhizoctonia [*Bulletin*, 186, January, 1901, Bot. division Ithaca].

Fauvel (Pierre) : Les néphridies [Ext. *Bulletin sc. de la France et de la Belgique*, t. XXXVI].

Ferguson (A. M.) : Crotons of the United States [Sep. issued, feb., 16, 1901].

Forti (Achille) : Contributo 4° alla conoscenza della florula ficologica veronese [Est. *dalla Nuova Not.*, serie XIII, april, Luglio, 1902].

Foucaud (J.) : Recherches sur le Spergularia Azorica Lebel. Rochefort, 1er mars 1901.

— Un hybride nouveau. Rochefort, 1901.

Frye (T. C.) : Development of the Pollen in some Asclepiadaceae [*Contrib. from the Hull. Bot. laboratory*, XXXII, 1901].

Galloway (T. W.) : Studies on the cause of the accelerating effect of heat upon Growth [*From the zoolog. Laboratory of the Museum; American Nat.*, vol. 34, n° 408, 1900].

Giard (M. Alfred) : Pour l'histoire de la Mérogonie [Ext. des *Comptes rendus des séances de la Soc. de Biol.*, 19 oct. 1901].

Giardina (A.) : Sui pretesi movimenti ameboidi della vescicola germinativa [*Revista di sc. biolog.*, nos 6, 7, vol. 2, 1900].

Glatfelter (N. M.) : A Study of the venation of Salix [*From the Fifth ann. of the Missouri Bot. Garden*, issued, octobre 5, 1893].

Gran (H. H.) : Studien uber Meeres bakterien [*Bergens Museums Aarbog*, n° 10, 1901].

Guilliermond (M. A.) : Recherches histologiques sur la sporulation des Schizosaccharomycètes, 22 juillet 1901.

Guilliermond : Recherches sur la structure de quelques champignons inférieurs (C. R., 21 janvier 1901).

— Recherches histologiques sur la sporulation des levures (C. R., 13 mai 1901).

Guitel (M. Frédéric) : Sur le rein du Lepadogaster Goüanii (C. R., 25 juin 1900).

Gwynne-Vaughan (D. T.) : Observations on the Anatomy of Solenostic Ferns. I. Loxsoma [*Ann. of Bot.* vol. 14, nº LVII, march. 1901].

Harper (R. A.) : Cell and nuclear division in Fuligo varians [*Bot. Gazette*, oct. 1900, nº, 4, vol. 30].

Hattori (H.) : Studien ueber die Einwirkung des Kupfersulfats auf einige Pflanzen [*Journal of the college of sc. Imp. Univ., Tökyö Japan*, vol. 15, Pt. 3, 1901].

Hitchcock (A. S.) : Plants of the Bahamas Jamaica and grand Cayman [*From the ann. Report the Missouri Bot. Garden*, Issued, March 9, 1893].

— Liste of cryptogams collected in the Bahamas, etc. [*From the Ninth ann. of the Missouri Bot. Garden*, Issued, april 20, 1898].

Husnot (T.) : Le dessin d'histoire naturelle sur papier, pierre lithographique, etc. Cahan, par Athis (Orne), 1900].

Inui (T.) : Untersuchungen über die niederen organismen welche sich bei der zubereitung des alkoholischen Getränkes. Awamori betheiligen [*Abd. aus d. Journal of the college of sc. Imp. Univ. Tokyo Japan*, vol. 15, Pt. 3, 1901].

Irish (H. C.) : Garden beans cultivated as esculents [From the Twelfth ann. *Report of the Missouri, Bot. Garden*, Issued, June 22, 1901].

— A Revision of the Genus Capsicum [From the ninth ann. *Rep. of the Missouri Bot. Garden*, Issued, april 20, 1898].

Gahn (E.) : Myxomycetenstudien [*Sond. aus. d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells. Jahrg.* 1901, Bd. 19, Heft 2].

Jönsson (B.) : Die ersten Entwicklungsstadien der Keimpflanze bei den succulenten [*Lunds univ. Arsskrift*, Bd. 38, afd. 2, nº 1].

Juel (H. O.) : Pyrrhosorus, eine neue marine Pilzgattung. [*Bih. Till. K. sv. vet. akad. Handl.* Bd. 26, afd. 3, nº 14].

Kellerman (W. A.) : Ohio fungi exsiccati [*Ohio nat*, 2, 135-140, nov. 1901].

— The Nou-indigenous flora of Ohio [*Bot. series*, nº 4, 1900].

Kienitz-Gerloff (F.) : Neue Studien über Plasmodesmen [*Berichten d. deuts. bot. Gesells. Jahrg*, 1902, Bd. XX, Heft 2].

Kny (L.) : On correlation in the Growth of Roots and Shoots (Second Paper). [*Ann. of Bot.* vol. 15, nº LX, déc. 1901]

— Ueber das augebliche Vorkommen lebenden Protoplasmas in den weiteren Luftraümen von Wasserpflanzen [*Sond. aus d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells. Jahrg.* 1900, Bd. 18, Heft 2].

— Ueber die Einfluss von Zug und Druck auf die Richtung der Schei-

dewande in sich theilenden Pflanzellen [*Sond. aus d. Jahr. f. wiss. Bot.* Bd. 37, Heft 1].

Kny : Uber die Bedeutung des Blattgrüns für das Pflanzenleben [*Vortrag geh. in d. Deuts Gesells. f. Volkst. nat.* ann. 10 october 1900].

Kofoid (Charles A.) : *The Plankton of Echo River, Mammoth Cave* Transactions of the american microscopical Society, vol. 21, pages 113-126].

Kusano (S.) : Transpiration of Evergreen Trees in Winter [*Reprint from the Journal of the college of sc. Imp. Univ. Tokyo Japan*, vol. 15, Pt. 3, 1901].

Lamson-Scribner (F.) : Grasses in the Bernhardi Herbarinm described by J. S Presl [From the *Tenth ann Rep. of the Missouri, Bot. Garden*, issued, June 7, 1899].

Léger (Louis M.) : Sur la morphologie des éléments sexuels chez les Grégarines Stylorhynchides (C. R., 10 juin 1901).

— Sur une nouvelle Grégarine parasite des Pinnothères des moules (C. R., 3 juin 1901).

— Sur un nouveau Sporozoaire des larves de Diptères (C. R., 29 oct. 1900).

Lemmermann (E.) : Die parasitischen und saprophytischen Pilze der algen [*Sond. abd. aus abh. nat. ver. Brem.* 1901, Bd. 17, Heft 1].

— Zweiter Beitrag zur Pilz flora der ostfriesischen Inseln [*Sond. abd. aus abh. nat. ver. Brem.* 1901, Bd. 17, Heft 1].

Lindroth (J. I.) : Uredineae novae [Ex *Meddel. fr. Stock Hogsk bot. Inst.* Bd. 4, 1901].

Livingston (B. Ed.): Further notes on the Physiology of Polymorphism in green Algae [*Rep. from the Bot. Gazette*, vol. 23, oct. 1901].

Loisel (M. Gustave) : Formation des spermatozoïdes chez le Moineau [Ext. *Comptes rendus, séances de la Soc. Biolog.*, 16 nov. 1901].

— Origine et développement de l'enseignement de l'histoire naturelle à la Faculté des sciences de Paris [Ext. de la *Revue internationale de l'Enseignement*, 1901].

Lüdi (Rudolf) : Beitrage zur Kenntniss der Chytridiaceen (*Inaugurale Dissertat. univ., Bern*].

Luther (A.) : Ueber die Samenverbreitung bei Nuphar luteum [*Medd. af soc. pro Fauna et Flora*, Fennica, n° 27, 1901].

Magocsy-Dietz (Dr Alex.) : Das diaphragma in dem marke der Dicotylen Holzgewachse [*Sond. aus den, 17 Bande der math. und nat. Berichte aus Ungarn*].

Maire (René) : De l'utilisation des données cytologiques dans la Taxonomie des Basidiomycètes [Ext. du *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XLVIII, session ext. en Corse, mai-juin 1901].

— Nouvelles recherches cytologiques sur les Hyménomycètes (C. R., 1er avril 1901).

Maire : Les variations de la baside et la phylogenèse des Autobasidiomycètes [Ext. *Bulletin, séances Soc. des sc. de Nancy*].

— L'évolution nucléaire chez les Urédinées et la sexualite [*Congrès international bot. à l'Exposition de* 1900, Ext. *Compte-Rendu*, pp. 135-150].

Manca (Dr G.) : Recherches chimiques sur les animaux à sang froid soumis à l'inanition [*Arc. Italiennes de Biologie*, t. 35, fasc. I, 1901].

Marchand (E.) : Le jardin botanique alpin [Ext. du *Bulletin de la Soc. Ramond*, 1901, 1er trimestre].

Marsson (Dr M.) : Zur Kenntniss der Planktonverhaltnisse einiger Gewasser der Umgebung von Berlin [*Sep. aus d. Forsch. d. Biolog. Station zu Plön* VIII].

— Die Schadigung der Fischerei in der Peene durch die zuckerfabrik in Anklam [*Sond. abd. aus d. zeits. F. Fischerei IX, Jahrg.* 1901, Heft I].

Massart (Jean) : Recherches sur les organismes inférieurs : V. Sur le protoplasme des Schizophytes. Bruxelles, 1901.

— Essai de classification des réflexes non nerveux [Ext. des *Ann. de l'Inst. Pasteur*].

Mattirolo (Oreste) : Sulla importanza pratica della Botanica scientifica [*Prelezione al Corso di Bot. nella R. Univ. di Torino*, anno 1900-1901].

Meyer (Dr Arthur) : Ueber die verzweigung der Bakterien [*Centralbl. Bakteriol. Parasit. u. Infektions Krank*, XXX Bd. 1901, no 2].

Miyake (K.) : The Fertilization of Pythium de Baryanum [*Ann. of Bot.* vol. 15, no LX, déc. 1901].

— On the starch of Eyer-Green Leves and its relation to carbon assimilation during the winter [*Rep. from the Bot. magazine*, vol. 14, no 158].

— How Botany is studied and Tanght in Japan [*Rep. from science n. s.* vol. 13, no 332, pages 734-738, may 10, 1901].

Miyoshi (M.) : Ueber die sporocarpenevacuation und darauf erfolgenddes sporenaulstreuen bei einer Flechte [*Journal of the college of sc. Imp. Univ. Tökyö, Japan*, vol. 15, Pt. 3, 1901].

— Untersuchungen ueber die schrum pfkrankheit (« Ishi kubyo ») des Maulbeerbaumes [*Journal of the college of sc. Imp. Univ. Tökyö, Japan*, vol. 15, Pt 3, 1901].

Montemartini (Dr Luigi) : Appunti di Ficobiologia, Padova, 1901.

Moore : Nicotiana alata Link et Otto [« *Fachliche mittheil d. k. k. öst. Tabakregie* », Heft I, Wien, 1902].

Murbeck (Sv.) : Ueber den Bau und die Entwickelung von Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev [*Vid. skrifter. math. nat. Klasse*, 1900, no 7].

— Uber anomalien im baue des nucellus und des Embryosackes [*Lunds univ. Arsskrift*, Bd. 38, afd. 2, no 2, 1902].

Murbeck : Parthenogenetische Embryobildung in der gattung Alchemilla [*Lunds univ. arsskrift*, Bd. 36, afd. 2, no 7. *Kongl. Fysiografiska Sällsk. handl.*, Bd. 11, no 7].

— Ueber das verhalten des Pollenschlauches bei Alchemilla arvensis (L.) scop. und das wesen der chalazogamie, Lund, 1901.

Nathansohn (Alex.) : Zur Lehre vom stoffaustausch [*Sond. aus d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells.* Jah., 1901, Bd. 19, Heft 9].

Némec (B.) : Die Bedentung der fibrillaren strukturen bei den Pflanzen [*Sond. aus dem « Biol. centralblatt »*. Bd. 21, no 17, 1er sept. 1901].

— Ueber centrosomenähnliche Gebilde in vegetativen zellen der Gefasspflanzen [*Sond. aus d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells.* Jahrg. 1901, Bd. 19, Heft 5].

— Ueber schuppenförmige Bildungen an den wurzeln von Cardamine amara. [*Sep. aus d. sitz der Königl. böhm. Gesells. d. Wissens.* in Prag, 1901].

— Ueber das Plagiotropwerden orthotroper wurzeln [*Sond. aus d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells.* Jahrg. 1901, Bd. 19, Heft 5].

Nestler (A.) : Der directe nachweis des cumarins und Theïns durch sublimation [*Sond. aus. d. Berich. d. deuts. Bot. Gesells.* Jahrg. 1901, Bd. 19, Heft VI].

Nöldeke (C.) : Das vorkommen der Eibe im nordwestlichen Deutschland [*Sond. abd. a. abh. nat. ver Brem*, 1898, Bd. 14, Heft. 3].

Norton (I. B. S.) : Coloring Matter of Borraginaceae und Herbarium, Notes [*From the ninth. ann. Missouri Bot. Garden*, issued april 20, 1898].

Olive (Edgar W.): A Preliminary enumeration of the Sorophoreae [*Proceed. of the American Acad. of arts and sc.*, vol. 37, n° 12, déc. 1901].

Pantu (C.) **et Procopianu. Procopovici** (A.): Contributiuni la Flora ceahlauliu, etc. [Ext. de *Bulletin de l'herbier de l'Inst. bot. de Bucarest*, n° 1, sept. 1901].

Perrédès (D. E. F.) : The anatomy of the Bark of Robinia pseud-acacia, Linné [*The Wellcome chemical Research Laboratories*, n° 21].

— A new admixture of commercial Strophanthus seed [*The Wellcome chemical Research Laboratories*, n° 17].

Perrot (M. E.) : Congrès international de Botanique tenu à Paris du 1er au 10 oct. 1900. Paris, 1900.

Pizon (Antoine) : Anatomie et Physiologie végétales, suivies de l'étude des principales familles et des fermentations, Paris, Doin, 1902.

Plumb (C. S.) : Edward Lewis Sturtevant. A Biographical sketch [From the *Tenth ann. Missouri Bot. Garden* S. Louis, 1899.

Pound (R. Ph. D.) : The Phytogeography of Nebraska, I, General Survey, Lincoln, 1900.

Power (Frédéric B.) : The chemistry of the Bark of Robinia pseud-

acacia, Linné [*The Wellcome chemical Research Laboratories*, no 20].

Proskan (Dr A.) : Ein der Moniliakrankheit ähnlicher Krankheitsfall an einem samerkirschbaume [« *Zeits für Planzenk* », Bd XI, 2 u 3. Heft].

Raciborski (M.) : Ueber die epiphyllen Blüthen der Gabelger-te (Hordeum trifurcatum Schlch). [Ext. *Bulletin de l'acad. des sc. de Cracovie*, janvier 1902].

Raymond (M.G.) : Note sur un animalcule voisin des Chlamydomonadinées [Ext. du *Micrographe préparateur*].

Renaudet (Georges) : Contribution à l'étude de la Tératologie végétale — de la fasciation herbaoée et ligneuse, Poitiers, 1901.

Rentrée solennelle des Facultés et de l'Ecole préparatoire de médecine et de pharmacie de l'Université de Poitiers, 1900.

Rimbach (A.) : Physiological observations on some peremial Herbs [*Rep from the Bot. Gazette*, vol. 30, septembre 1900].

Rosenberg (O.) : Ueber die Embryologie von Zostera marina, L. [*Medd från stock Hogskola*, no 211, *Bih-till K. sv. vet. akad. Handl.* Bd. 27, afd. III, no 6].

— Ueber die Pollenbildung von Zostera [*Medd. från stock. Högskolas, Bot. Instit.* 1901].

Saito (K.) : Anatomische studien ueber wichtice Faserpflanzen japans mit besonderer Beruecksightigung der Bastzellen [*Abd. aus d. Journal of the college of sc. Imp. univ. Tokyo, Japan*, vol. 15, Pt. 3, 1901].

Sauvage (Roger) : Action du chlorure de Benzoyle sur les naphtols en présence de chlorure d'aluminium, Poitiers, 1901.

Scherffel (A.) : Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer organismen [*Sep. aus d. Bot. Zeitung*. 1901, Heft VIII].

Schrenk (H. von) : A Disease of Taxodium Known as Peckiness, also a similar Disease of Libocedrus decurrens [*Print. in adv from the Missouri bot Garden*, no 14].

Sebert (M. H.]: Sur l'utilité scientifique d'une langue auxiliaire internationale [Ext. des *Comptes rendus, séances acad. des sc.*, t. CXXXII, p. 869, 9 avril 1901].

Serbinoff (I. V.) : Die Entvickelungsgeschichte des Chytridiaceen Pilzes : Sporophlyctis rostrata (nov. gen. et spec.) [*Vorläufige mittheilung*, 1899].

— Die Erysipheen des Gouvernements St-Petersburg [*Sep. abd. « Scripta Bot. »*, fasc. 18, 1901].

— Vorläufiger Bericht über die Morphologie und Biologie des Olpidium ramosum spec. nov. [*Vorläufige mittheilung*, 1899].

Shaw (H. Will.) : Etablishing the Missouri Botanical Garden [*Admitted to probate at Saint-Louis, Missouri*, september 2, 1889].

Smith (Jared, G.) : North american species of Sagittaria and Lophoto-

carpus [Print in adv. from the Sixth *Ann. Missouri bot. Garden*, issued, may 24, 1894].

— Lophotocarpus of the United States and Sagittaria Eatoni [Print in adv. from the Eleventh *Ann. Report of the Missouri Bot. Garden*, issued, september 27, 1899].

Steinbrinck (C.) : Ueber Auftreten und Wirkungen negativer Flüssigkeitsdrucke in Pflanzenzellen [*Physik. Zeits.* 2 Jahrg, no 33].

Tischler (Dr G.) : Untersuchungen über die Entwicklung des endosperms und der samenschale von Corydalis cava [Heidelberg, 1900].

Toumey (I. W.) : An undescribed Agave from Arizona [sep. issued, *Missouri, Bot. Gard.* 1901].

Trelease (W.) : The Progress made in Botany During the nineteenth century [*Trans. of the acad. of sc. of Saint-Louis*, vol. XI, no 7].

— A cristate Pellaea [sep., issued, april 16, 1901].

— A pacific-slope Palmetto [sep., issued, avril 16, 1901].

— North american species of Rumex 1892 [From the *Third Ann. Missouri bot. Garden*, issued, april 12, 1892].

— The Botanic Garden as an aid to agriculture [*Proceed. Ann. meeting of soc. for Promotion agricult. sc.* 1900].

— Edible and poison ous Mushrooms and Toadstoole [*Contributions from the Shaw school of Bot.*, no 18].

— Leitneria Floridana [Print in adv. from *the Bot. Garden*, issued, may 30, 1894].

— The north american species of Gayophytum and Boisduvalia [Rep. in adv. from *the Bot. Garden*, issued, January 5, 1894].

— Miscellaneous observations on Yucca [From the ninthann. *Report of the Missouri Bot. Garden*, issued, april 20, 1898].

— The species of Epilobium occurring north of Mexico [From the sec. ann. *Report of the Missouri Bot. Garden*, issued, april 22, 1891].

— Vice-Président; an address by chairman of section G. *Proceed of the american assoc. for the adv. of the science*, vol. XLIX, 1900].

— Missouri Dogbanes [*Ann. Missouri Bot. Garden*, issued, april 20, 1898].

— Notes and observations. 6. A new disease of cultivated palms.

Vaullegeard (A.) : Etude expérimentale et critique sur l'action des helminthes — I — Cestodes et Nématodes, Caen, 1901.

Vries (Hugo de) : Recherches expérimentales sur l'origine des espèces [Extrait de la *Revue générale de bot.*, t. 13, p. 5, 1901].

Wcycicki (C.) : Sur la fécondation des Conifères [*Ab. nat. del 7 Wcycicki*, 1899].

Webber (Herbert J.) : Spermatogenesis and fecundation of Zamia [*U. S. département of agricult. Bureau of Plant industry.* Bulletin no 2, 1901].

— Studies on the dissemination and Leaf reflexion of Yucca aloifolia and Other species [*Ann. Rep. of the Missouri Bot. Garden*, issued, april 25, 1895].

Wille (Dr N.) : Studien über Chlorophyceen, I-VII [*Vid. Shrifter, I, math nat.* klasse no 6, 1900].

Williams (Thomas A.) : The Fruiting of Parmelia Molliuscula [*Ann. Bot. Garden, Missouri* issued, may 28, 1892].

PLANCHE I

Euglena geniculata Dujard. (Schmitz) (1-11).

Fig. 1. Cellule montrant les stries de la membrane : gros corpuscules de paramylon entourant les pyrénoïdes.

Fig. 2. Division sous la forme allongée avec pyrénoïdes visibles.

Fig. 3. Disparition des deux pyrénoïdes ; chloroleucites fragmentés en disques ; ils sont placés dans la couche corticale.

Fig. 4. Même disposition sur un individu arrondi en sphère.

Fig. 5. Noyau d'apparence pseudo-granuleuse : cet aspect est dû aux divers replis du spirème.

Fig. 6-7. Prophase et anaphase.

Fig. 8. Aspect d'une cellule avant la bipartition.

Fig. 9. Division libre sous la forme allongée.

Fig. 10. Bipartition sous la forme sphérique.

Fig. 11. Noyau à la prophase ; il est vu de face et de profil de telle sorte que l'on peut compter le nombre des chromospires.

Euglena viridis vté *violacea* Klebs (12-14).

Fig. 12. Individu avec son chromatophore médian étoilé.

Fig. 13-14. Cellules au moment de la division ; le pyrénoïde central a disparu : les rubans chlorophylliens se sont fragmentés en disques.

Euglena granulata (15).

Fig. 15. Individu avec une grande vacuole principale ; on aperçoit au travers de cette vacuole une sorte de petit canal à signification inconnue.

Euglena geniculata (1-11). — *Euglena viridis* vte *violacea* (12-14).
Euglena granulata (15).

PLANCHE II

Euglena sanguinea Ehrbg. (1-13)

Fig. 1. Noyau à nucléole unique; le nucléoplasme paraît finement granuleux.

Fig. 2. Noyau à nucléole unique : le nucléoplasme semble homogène.

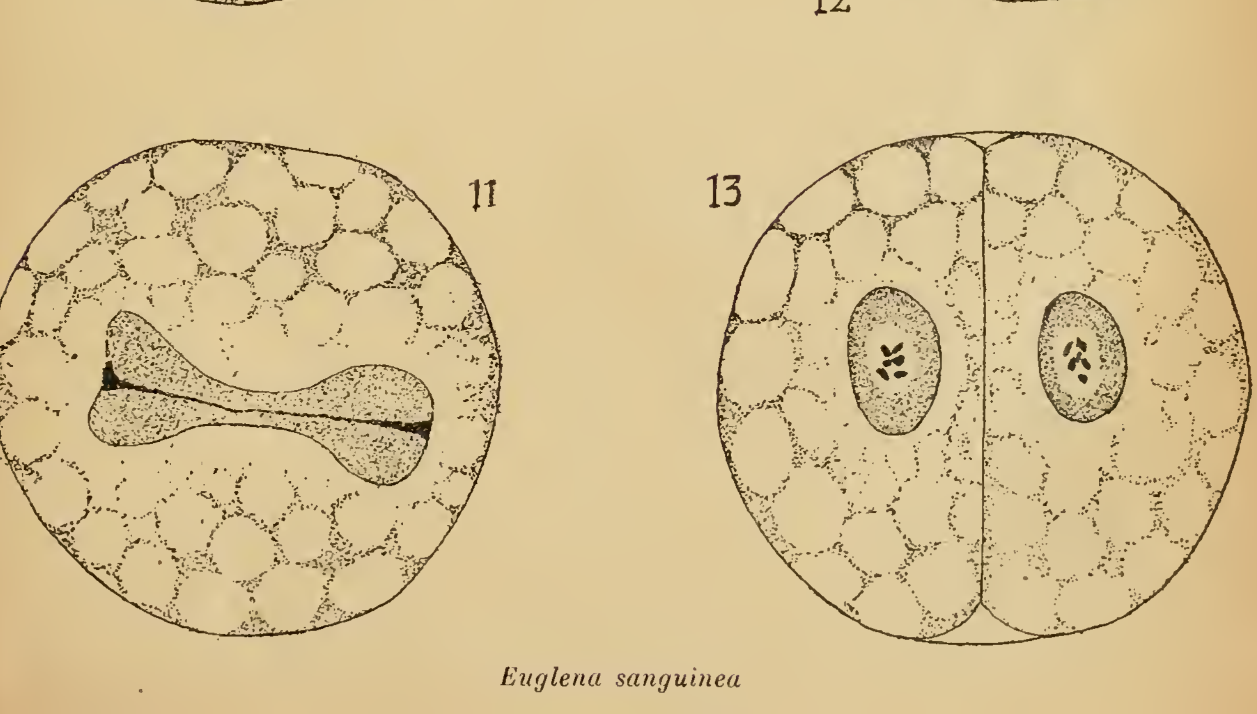
Fig. 3. Noyau à nucléole fragmenté.

Fig. 4. Cellule avec gros corpuscules de paramylon ; les intervalles sont remplis d'hématochrome : le nucléole est constitué par de nombreux corpuscules.

Fig. 5-9. Divers aspects de l'axe nucléolaire pendant la division : ils sont en rapport avec la structure plus ou moins fragmentée du nucléole.

Fig. 10-12. Derniers stades de la division nucléaire : le nucléoplasme semble homogène.

Fig. 13. Formation de la cloison.



Euglena sanguinea

PLANCHE III

Euglena splendens sp. nov. (1-6)

Fig. 1. Noyau à nucléole fragmenté : chromospires orientées suivant la surface nucléaire.

Fig. 2. Noyau à nucléole entier : autre aspect des chromospires.

Fig. 3. Noyau avant la division.

Fig. 4. Noyau à la prophase.

Fig. 5. Noyau à l'anaphase : en haut, les chromosomes sont vus suivant leur longueur : en bas, ils sont vus de face.

Fig. 6. Autre aspect de l'anaphase.

Fig. 11. Coloration de filaments enchevêtrés, en rapport avec la sécrétion gélatineuse.

Euglena polymorpha sp. nov. (7-10)

Fig. 7. Deux individus à la fin de la division ; aspect des noyaux.

Fig. 8-9. Prophase et anaphase.

Fig. 10. Formation de la cloison qui sépare les cellules-filles.

Euglena deses Ehrbg.

Fig. 12. Partie antérieure de la cellule montrant le flagellum inséré au fond du vestibule, la vacuole principale et son canal efférent, le point oculiforme et les chlorolencites discoïdes, avec pyrénoïde central.

Fig. 13. Formation d'un groupe de petites vacuoles annexes à côté de la vacuole principale.

Fig. 14. Les vacuoles se sont réunies en une seule qui se fusionne à son tour avec la vacuole principale.

---

1 2 5 6 3 8 4 9 7 10 12 13 14 11 8°

Euglena splendens (1-6) (11). *Euglena polymorpha* (7-10)
Euglena deses (12-14)

PLANCHE IV

Euglena deses Ehrbg (1-5)

Fig. 1. Début de la division : noyau à la prophase ; nucléoplasme très dense et d'apparence homogène.

Fig. 2. Etat plus avancé ; nucléoplasme fibrillaire dans le sens de l'axe nucléolaire.

Fig. 3. Les deux noyaux-frères, immédiatement après leur séparation, sont au contact de la membrane.

Fig. 4. Une échancrure antérieure se produit qui amène la séparation progressive des deux cellules-filles.

Le caryophysème des Eugléniens (6-9)

Fig. 6. *Euglena deses* avec un gros noyau hypertrophié : ce noyau est divisé en compartiments par des trabécules chromatiques.

Fig. 7. Id. : on a représenté dans l'un des compartiments les corpuscules sphériques du *Caryococcus hypertrophicus* ; tout le noyau en est rempli.

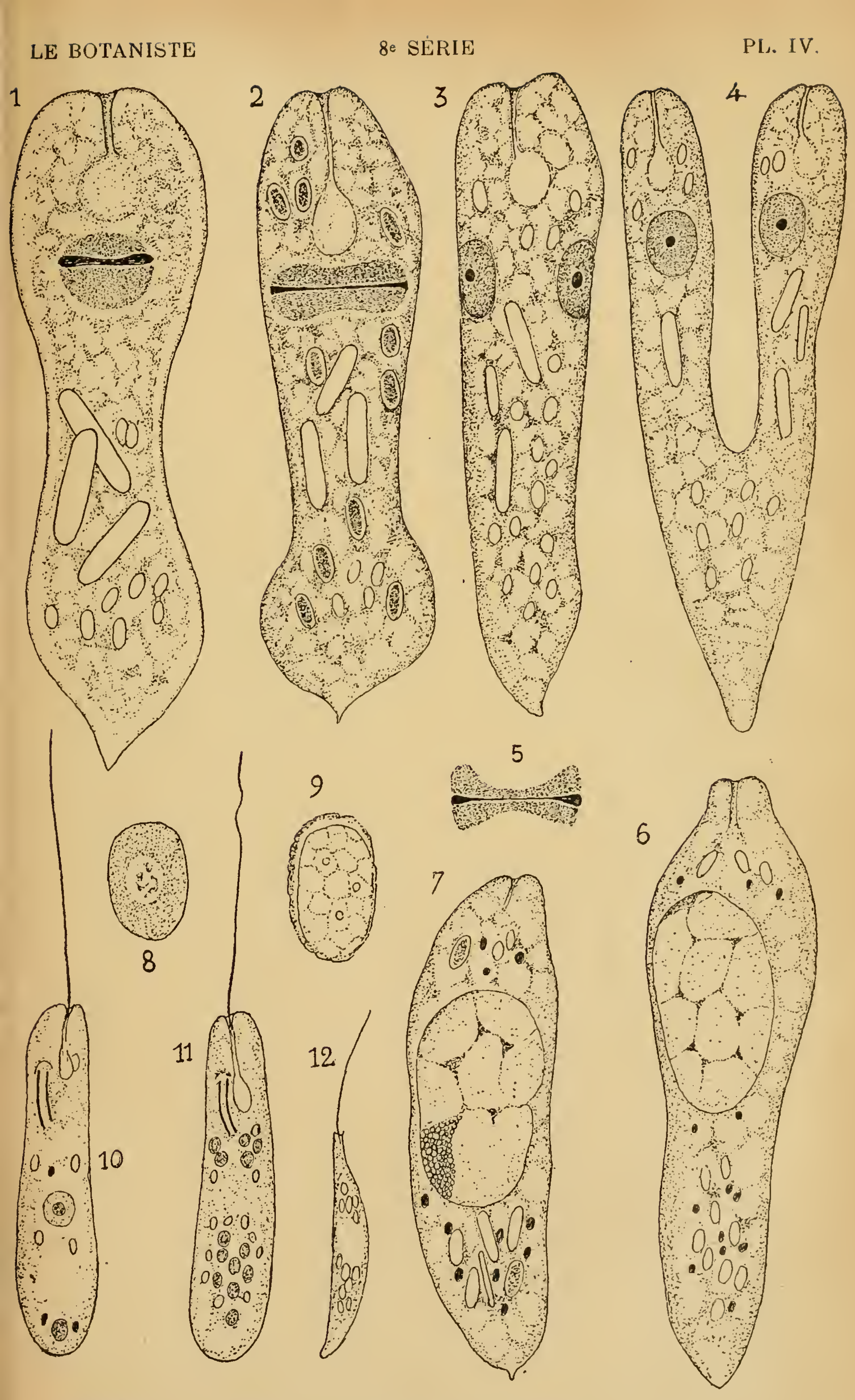
Fig. 8-9. Aspect du noyau au début de la maladie.

Peranema trichophorum Stein.

Fig. 10-11. Deux individus de cette espèce.

Astasia curvata Klebs (12)

Fig. 12. Un des individus rencontrés dans nos cultures.



Euglena deses. Division (1-5); Caryophysème (6-9) *Peranema trichophorum* (10-11)
Euglena curvata (12)

TABLE DES MATIÈRES

DE LA 8e SÉRIE DU « *BOTANISTE* »

Poitiers. — Société française d'Imprimerie et de Librairie.

